



L'intégration de la sécurité routière dans l'action locale: influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier

Mahran Haidar

► To cite this version:

Mahran Haidar. L'intégration de la sécurité routière dans l'action locale: influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier. Environnement et Société. Université Paris Est, 2014. Français. NNT : . tel-01299875

HAL Id: tel-01299875

<https://hal.science/tel-01299875>

Submitted on 8 Apr 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉCOLE DOCTORALE « VILLE, TRANSPORTS ET TERRITOIRES »

THÈSE DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ PARIS-EST

**L'INTÉGRATION DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DANS L'ACTION LOCALE :
L'INFLUENCE DE LA HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU SUR LE RISQUE ROUTIER**

Thèse pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ PARIS-EST
Discipline : Transport

Présentée et soutenue publiquement par

Mahran HAIDAR

le 18 septembre 2014

JURY

Yarob BADR	Professeur à l'Université arabe internationale, Syrie et à l'Université Saint-Joseph, Liban	Rapporteur
Youssef DIAB	Professeurs à l'Université Paris Est	Examineur
Dominique FLEURY	Directeur de recherche émérite à l'IFSTTAR	Examineur
François PROCHASSON	Chef de la section politique générale, Direction de la Voirie et des Déplacements, Mairie de Paris	Examineur
Thierry SAINT-GERAND	Professeurs à l'Université de Caen Basse-Normandie	Examineur
Benjamin STECK	Professeurs à l'Université du Havre	Rapporteur

ÉCOLE DOCTORALE « VILLE, TRANSPORTS ET TERRITOIRES »

THÈSE DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ PARIS-EST

**L'INTÉGRATION DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DANS L'ACTION LOCALE :
L'INFLUENCE DE LA HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU SUR LE RISQUE ROUTIER**

Thèse pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ PARIS-EST
Discipline : Transport

Présentée et soutenue publiquement par

Mahran HAIDAR

le 18 septembre 2014

JURY

Yarob BADR	Professeur à l'Université arabe internationale, Syrie et à l'Université Saint-Joseph, Liban	Rapporteur
Youssef DIAB	Professeurs à l'Université Paris Est	Directeur de thèse
Dominique FLEURY	Directeur de recherche émérite à l'IFSTTAR	Directeur de thèse
François PROCHASSON	Chef de la section politique générale, Direction de la Voirie et des Déplacements, Mairie de Paris	Examineur
Thierry SAINT-GERAND	Professeurs à l'Université de Caen Basse-Normandie	Examineur
Benjamin STECK	Professeurs à l'Université du Havre	Rapporteur

*À mon père,
à ma mère, ...
et à Heba*

Remerciements...

À Dominique Fleury pour avoir dirigé cette thèse. Pour ses remarques averties, pour la confiance dont il a témoigné en me laissant une grande autonomie quant aux orientations de mes travaux. Pour tous ces conseils qui enrichissent le travail de thèse.

À Youssef Diab, pour avoir dirigé cette thèse. Pour m'avoir guidé, encouragé, conseillé et soutenu durant ces années.

À Yarob Badr et Benjamin Steck, pour avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, je les en remercie, de même que pour leur participation au jury.

À François Prochasson et Thierry Saint-Gérard, pour avoir accepté d'examiner ce travail de thèse et de participer au jury de soutenance.

À tous les ex-nobéliens de l'Ifsttar. À Jean-François Peytavin, pour m'avoir aidé tout au long de ce travail. Pour sa disponibilité, ses conseils avisés lorsque j'avais des doutes pour le recueil et l'exploitation des données. À Michèle Guilbot et Pierre-Alain Hoyau pour m'avoir aidé à surmonter les difficultés rencontrées pendant mon séjour en France. À Sonia Adelé et Corinne Dionisio, pour les pauses matinales et les discussions très amicales.

À toutes les personnes du Laboratoire Mécanismes d'Accidents à Salon de Provence, notamment à Joël Yerpez le directeur du laboratoire, pour m'avoir accueilli dans son équipe. À tous les chercheurs pour leurs remarques et leurs précieux conseils donnés au cours des différents séminaires organisés par le laboratoire. À Christine Panadour, Anne-Laure Paglia, Maryline Scarpelini.

À Anne-Marie Le Guern et Jean-Luc Clément qui m'ont permis de réaliser ma thèse dans les meilleures conditions possibles.

Aux différentes personnes rencontrées à la communauté urbaine de Lille, pour leur accueil toujours chaleureux et leur disponibilité. À Marc Pouchain et Alexandre Demeester, pour leurs discussions très intéressantes sur les questions de sécurité de la communauté urbaine.

À mes amis, des plus anciens qui, même loin restent présents, aux plus récents qui ont dû supporter le stress de la fin de thèse.

À mes parents et à ma famille qui m'ont toujours soutenu. À ma mère pour son amour tout simplement. À mes frères et mes sœurs pour leurs encouragements permanents.

Enfin à Heba, qui a dû supporter les périodes de découragement et mes sautes d'humeur. Pour son soutien permanent. Pour les bons moments et les moins bons, pour tout ce que nous avons vécu et pour tout ce qui reste à venir.

Merci à toutes les personnes rencontrées pendant ces années de thèse.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE.....	11
PREMIÈRE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET APPROCHE THÉORIQUE DES LIENS ENTRE L'URBANISME, L'ORGANISATION DU RÉSEAU ET LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE	15
CHAPITRE 1.....	17
ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA VILLE ET DU RÉSEAU	17
1-1- URBANISME DU RESEAU ENTRE UTOPIE ET REALITE	18
1-2- VILLE ET RESEAU : QUEL EST ROLE DE L'AUTOMOBILE ?.....	24
1-3- DU MODELE AMERICAIN AU RAPPORT BUCHANAN - LA HIERARCHISATION FONCTIONNELLE DU RESEAU POUR LA SECURITE ROUTIERE.....	27
1-4- MODELE D'ORGANISATION DE LA CIRCULATION : QUELLE EST LA PLACE DE LA SECURITE ROUTIERE ?	31
CHAPITRE 2.....	39
PLACE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DANS L'AMÉNAGEMENT URBAIN	39
2-1- POLITIQUE DE SECURITE ROUTIERE EN FRANCE (1972-2012).....	40
2-1-1- Des années soixante-dix	40
2-1-2- Des années quatre-vingt.....	40
2-1-3- Dans les années quatre-vingt-dix.....	41
2-1-4- De 2000 à aujourd'hui	42
2-2- GESTION LOCALE DE LA SECURITE ROUTIERE.....	44
2-2-1- Les acteurs de la sécurité routière et de l'aménagement	45
2-2-2- - Système d'action : Quelles sont les perceptions des acteurs locaux en matière de sécurité routière ?	51
2-3- CONCEPTS ET OUTILS TECHNIQUES PORTEURS LA SECURITE ROUTIERE.....	53
2-4-1- Ségrégation des modes et des flux.....	54
2-4-2- Hiérarchisation des voies	55
2-4-3- Intégration des modes et des usages dans le traitement de l'espace public.....	56
2-4-4- Partage de la voirie.....	57
2-4-5- Zone de circulation apaisée.....	57
2-4-6- Boulevard urbain.....	58
CHAPITRE 3.....	59
AMÉLIORER LA SÉCURITÉ PAR L'ANALYSE DES ACCIDENTS.....	59
3-1- DIFFÉRENTES THÉORIES DE L'INSECURITE ROUTIERE	60

3-2- DIAGNOSTIC DE SECURITE ROUTIERE	61
3-2-1- Analyse des points noirs.....	61
3-2-2- Intégration de la sécurité par le traitement d'un axe urbain	62
3-2-3- Approche globale de la sécurité routière.....	63
3-3- LA REGULATION DU SYSTEME VERS UNE APPROCHE INTEGREE DE LA SECURITE ROUTIERE	64
3-4- L'INFLUENCE DE L'URBANISME ET L'ORGANISATION DU RESEAU SUR L'INSECURITE ROUTIERE	67
3-4-1- Quelle influence de la forme urbaine sur le risque routier ?.....	67
3-4-2- Quelle influence de la gestion du réseau et de l'espace public sur le risque routier ?.....	69
3-5- DIMENSION SOCIO-ECONOMIQUE DU RISQUE ROUTIER.....	69
DEUXIÈME PARTIE : VERS UNE APPROCHE GÉOGRAPHIQUE POUR ANALYSER L'INFLUENCE DE LA HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU VIAIRE SUR LE RISQUE D'IMPLICATION DANS LES ACCIDENTS	77
CHAPITRE 4.....	79
LILLE MÉTROPOLÉ DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE — UN TERRAIN D'ÉTUDE.....	79
4-1- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA LMCU	80
4-2- LES COMPETENCES DE LA COMMUNAUTE URBAINE.....	81
4-3- LES CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES DE L'AGGLOMERATION LILLOISE.....	82
4-4- HABITATS ET FORMES URBAINES DANS LA METROPOLE	83
4-5- UN TERRITOIRE MAILLE PAR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT	85
4-5-1- Les déplacements et la mobilité de la LMCU.....	85
4-5-2- Un trafic routier important.....	87
4-5-3- La hiérarchisation du réseau routier dans les documents de planification de l'agglomération lilloise.....	88
CHAPITRE 5.....	95
IDENTIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DES VOIES URBAINES AYANT UNE INFLUENCE SUR LE RISQUE ROUTIER.....	95
5-1- QUE SONT LES FONCTIONS PRINCIPALES DES VOIES URBAINES ?.....	95
5-2- LA CATEGORISATION DES VOIES DU RESEAU VIAIRE.....	96
5-2-1- Sections 70 km/h	97
5-2-2- Voies urbaines ordinaires 50 km/h	97
5-2-3- Voies en zone 30 km/h.....	98
5-2-4- Voies en zone de rencontre - 20 km/h.....	98
5-2-5- Aires piétonnes	99
5-3- HIERARCHISATION DU RESEAU.....	99
5-3-1- Formes de hiérarchisation du réseau	100
5-3-2- Éléments des différents types des voies urbaines.....	105

5-3-3- Perception et comportement des usagers des voies urbaines.....	109
5-3-4- les enjeux sur la hiérarchie urbaine	110
CHAPITRE 6.....	113
APPROCHE GÉOGRAPHIQUE DU RISQUE ROUTIER - SIG OUTIL D'ANALYSE ET D'AIDE À LA DÉCISION.....	113
6-1- DEFINITION DU RISQUE : QU'EST-CE QUE LE RISQUE ROUTIER ?.....	113
6-2- APPROCHE GEOGRAPHIQUE DU RISQUE ROUTIER	117
6-3- SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE, UN OUTIL D'ANALYSE DU RISQUE ROUTIER.....	118
6-3-1- Présentation de l'outil des SIG	118
6-3-2- Des fonctionnalités utiles à l'analyse du risque routier.....	121
TROISIÈME PARTIE : ÉTUDE DES LIENS ENTRE HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU ET RISQUE ROUTIER	131
CHAPITRE 7.....	133
MÉTHODES D'ANALYSE DU LIEN ENTRE LES VOIES HIÉRARCHISÉES ET LE RISQUE ROUTIER	133
7-1- BASE DE DONNEES PORTANT L'ANALYSE DU RISQUE	133
7-1-1- Bases de données d'accidents.....	133
7-1-2- Base de données géographiques.....	134
7-2- SELECTION DU RESEAU A ETUDIER.....	138
7-2-1- Méthode de sélection	138
7-2-2- Réseau sélectionné	138
7-3- METHODES UTILISEES POUR ANALYSER L'INFLUENCE DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU SUR LE RISQUE ROUTIER	142
7-3-1- Le risque routier des populations habitant sur des niveaux hiérarchiques différents.....	143
7-3-2- Analyse statistique des caractéristiques des impliqués et des accidents.....	150
7-3-3- Analyse factorielle.....	151
7-3-4- Méthodes de l'analyse spatiale.....	154
CONCLUSION DU CHAPITRE 7	155
CHAPITRE 8.....	157
LIENS ENTRE LES NIVEAUX HIÉRARCHIQUES ET LE NIVEAU DU RISQUE	157
8-1- DIFFERENCE DU RISQUE D'ÊTRE IMPLIQUE DANS LES ACCIDENTS POUR LES POPULATIONS HABITANT DES NIVEAUX HIERARCHIQUES DIFFERENTS	157
8-1-1- Risque d'être impliqué dans les accidents, rapporté à la population.....	158

8-1-2- <i>Significativité statistique des risques relatifs et des risques relatifs ajustés (la procédure de Mantel-Haenszel)</i>	161
8-2- CARACTERISTIQUES GENERALES DES IMPLIQUES ET DE LEURS ACCIDENTS	166
8-2-1- <i>Typologie socio-économiques des voies sélectionnées</i>	166
8-2-2- <i>Caractéristiques générales des impliqués</i>	169
8-2-2- <i>Caractéristiques générales des accidents</i>	172
8-3-3- <i>Analyse des scénarios-types d'accidents</i>	178
8-3- QUELLE EST L'INFLUENCE DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU SUR LA TYPOLOGIE DES VARIABLES DES IMPLIQUES DANS LES ACCIDENTS ?	183
8-3-1- <i>Typologie des impliqués habitant des voies artérielles « niveau 2 »</i>	184
8-3-2- <i>Typologie des impliqués habitant des voies de distribution « niveau 3 »</i>	186
8-3-3- <i>Typologie des impliqués habitant des voies de desserte locale primaire « niveau 4 »</i>	188
8-3-4- <i>Typologie des impliqués habitant des voies de desserte locale « niveau 5 »</i>	189
8-4- QUELLE EST L'INFLUENCE DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU SUR LES DISTRIBUTIONS GEOGRAPHIQUES DES ACCIDENTS ?	192
8-4-1- <i>Structure spatiale générale de la dispersion des accidents – Ellipse de l'écart type (Standard Deviational Ellipse SDE)</i>	192
8-4-2- <i>Analyse spatiale des accidents – Kernel Density</i>	195
8-4-3- <i>Analyse des distances lieu d'habitat/lieu d'accident</i>	203
CONCLUSION GENERALE	211
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	221
ANNEXES	231
TABLE DES FIGURES	257
TABLE DES TABLEAUX	261

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ce travail de thèse s'intéresse aux effets de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier. Il s'inscrit dans le champ de recherches menées sur le lien entre urbanisme et sécurité routière. C'est l'une des approches existantes pour traiter la question de la sécurité routière.

L'analyse des accidents et l'action de sécurité obligent à appréhender la circulation urbaine comme un système complexe. Une telle complexité s'explique bien sûr par l'hétérogénéité des véhicules et des usagers (du poids lourd jusqu'au piéton) qui se déplacent dans le même espace public. Des recherches menées sur le lien entre insécurité routière et gestion du réseau et de la circulation ont montré que l'insécurité routière ne peut être vue uniquement comme la conséquence de « causes » de dysfonctionnements du comportement des usagers, mais doit être appréhendée comme l'objet de l'urbanisme, de l'organisation du réseau et de la régulation de systèmes de déplacements complexes (Fleury, 1998). De ce fait, l'insécurité routière doit être abordée comme le symptôme de dysfonctionnements des systèmes de déplacements et l'action doit porter alors sur l'ensemble des domaines susceptibles de prévenir les accidents, en particulier sur l'organisation du réseau et la gestion de la circulation.

Des travaux de recherche ont montré que, le plus souvent, la prise de décision de l'aménagement dans la planification urbaine et de déplacements ne s'appuie que sur une simple notion de « bon sens » (Reigner et Hernandez, 2007). Elle résulte de la mise en œuvre d'une idée technique préalable, plus que d'une approche conceptuelle de l'espace et de son fonctionnement (Fleury, 2005). Les acteurs vont généralement privilégier un objectif et un outil technique.

D'autres travaux de recherche, menés sur la place de la sécurité dans la décision d'aménagement (Hernandez, 2003 ; Reigner et Hernandez, 2007), ont révélé que la sécurité routière est annoncée comme une préoccupation parmi d'autres dans les processus d'aménagement urbain. La réflexion sur la prise en compte de la sécurité routière peut, de même, être intégrée à des documents de planification urbaine comme le Plan Local d'Urbanisme (PLU), le Schéma Directeur (SD), les Plans de Déplacements Urbains (PDU)... qui sont des cadres nécessitant une réflexion sur la sécurité routière. Par exemple, dans la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) en 2000, la sécurité routière est un des objectifs principaux des PDU.

Cependant, dans la pratique, la sécurité routière n'est pas un objectif premier de l'aménagement. Elle est pensée comme un supplément technique en dernière phase de l'élaboration du projet

d'aménagement (Désiré et *al.*, 2001). Quand elle est évoquée en amont, les aménageurs l'utilisent comme un argument pour soutenir la promotion d'autres objectifs (Hernandez, 2003). Elle sert à justifier des outils techniques d'aménagement : les zones 30, la bande cyclable, le boulevard urbain, la hiérarchisation fonctionnelle du réseau... Ces outils permettent le plus souvent de décliner dans l'aménagement une rhétorique consensuelle sur l'écomobilité, la réduction de l'usage de l'automobile, le partage de la rue, la qualité urbaine, etc.

La hiérarchisation fonctionnelle du réseau est utilisée aujourd'hui en tant qu'outil de l'aménagement urbain et de la gestion de circulation afin d'assurer la cohabitation des différentes fonctions sur le réseau viaire. Elle permet d'intégrer, dans le maillage du réseau, des voies supportant de forts trafics et des zones plus protégées qui sont aménagées en tant que voies de circulation apaisée. La hiérarchisation du réseau doit répondre à un double objectif de la politique de transports. Le premier, c'est le développement économique dont elle cherche à optimiser les échanges et l'accessibilité de la ville par la construction et l'aménagement des infrastructures routières. Ces dernières sont fondées sur des principes d'autoroutes urbaines, de rocales, de contournements et de pénétrantes pour assurer la fluidité du trafic et l'accès au centre-ville. Le second objectif est le développement durable, les actions sont proposées pour organiser et réviser la place de l'automobile et le développement des modes doux de déplacements, tout en préservant des espaces de qualité urbaine. Les voies sont aménagées selon les principes de modération des vitesses (Grenier, 1999). Ce modèle de l'organisation du réseau gère un extérieur qui assure la circulation, sa fluidité et sa rapidité et un intérieur qui préserve la vie locale.

Mais les effets de la hiérarchisation du réseau en tant qu'outil de l'aménagement sur le risque routier sont rarement évalués. Dans ce travail de thèse, nous avons voulu nous intéresser à cette question. Quelle est l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier ? Faut-il séparer les modes et les flux des usagers de l'espace public pour améliorer la sécurité ? Ou, faut-il au contraire privilégier l'intégration des différents usagers dans un même espace urbain ? Est-il légitime de hiérarchiser le réseau de manière à ce que les habitants des différents niveaux soient inégalement soumis aux nuisances de l'automobile et au risque d'être impliqués dans des accidents en particulier ? Dans le contexte actuel de réflexion sur la « ville » toutes ces questions peuvent être amenées à être posées. Mais il existe encore peu de littérature sur ce thème.

De telles questions reposent profondément sur deux types d'hypothèses qui seront à valider. Les différences ainsi créées en termes de flux et de composition du trafic conduisent à une différenciation des niveaux de risque. En effet, une augmentation du volume du trafic ne saura que faire augmenter la probabilité de conflit entre usagers. D'autre part, les inégalités socio-

économiques des populations influencent le comportement des usagers de l'espace public et les pratiques de mobilité qui induisent une différenciation des risques.

Dans ce travail, le risque routier repose sur la transversalité. Il est une clé d'entrée qui permet de dépasser les contraintes disciplinaires. Il fait le lien entre l'urbanisme et les déplacements. Il relie le social à la dimension spatiale. Le risque est une notion probabiliste qui est produite par un conflit aléatoire et un enjeu. Il concerne des populations. Il dépend des caractéristiques d'individus qui se déplacent avec différents modes sur des voies plus ou moins dangereuses gérées par les pouvoirs publics. Les investigations sur ces questions pourraient permettre d'éclairer le lien qui peut exister entre les dimensions sociospatiales des voies urbaines et le niveau du risque. D'autre part, elles permettent d'éclairer les décisions publiques sur la question de l'aménagement du réseau et la gestion de la circulation en intégrant le risque routier.

Ce travail de thèse a été réalisé au sein du laboratoire Mécanismes d'Accidents de l'IFSTTAR. Il s'inscrit dans les thématiques de recherche sur « l'intégration de la sécurité routière dans l'action locale ». Dans sa thématique MISTRAL, ce laboratoire analyse la place de la sécurité routière dans la gestion territoriale à travers la rhétorique de développement durable et l'écomobilité dans l'objectif de la prise en compte de la sécurité routière et de l'analyse de risque au niveau stratégique de la politique du territoire. Les investigations dans le domaine de l'accidentologie sont également complétées par des recherches expérimentales sur les liens entre l'aménagement, l'environnement urbain et les comportements des usagers. De l'autre, l'accès disponible aux données sur les accidents, grâce à un accord national avec TransPV, a permis d'analyser les accidents. La collaboration avec le laboratoire GEOSYSCOM de l'université de Caen permet d'utiliser le système d'information géographique (SIG) en tant qu'outil d'analyse spatiale du risque routier. Elle a permis l'accès aux nombreuses données spécialisées issues de sources différentes : BD Topo, LMCU, INSEE, Conseil Régional, CETE, Tel Atlas... La communauté urbaine de Lille a assuré une fonction de partenaire de ce laboratoire tout au long de la conduite de cette thèse. Réaliser la thèse dans le cadre de cette équipe nous a permis de nous ouvrir à d'autres disciplines. Nous avons travaillé avec des spécialistes de sécurité routière, des géographes, des urbanistes, des aménageurs, des politiques ou encore des juristes.

Ce travail de thèse commence ainsi par un éclairage théorique de l'urbanisme et de l'évolution du réseau. Le milieu urbain est dynamique. Il évolue sans cesse. La littérature montre que l'urbanisme et la forme urbaine induisent une structuration fonctionnelle du réseau et un lien entre les formes urbaines et les caractéristiques socio-économiques des habitants. Cette différenciation spatiale peut engendrer une inégalité socio-économique des populations habitant des niveaux hiérarchiques différents. La première partie de ce travail sera menée afin de faire le

lien entre le développement urbain, l'évolution du réseau viaire et la sécurité routière. Elle révèle également un bref historique de la politique de sécurité routière en France, décrit son organisation et expose les concepts et les outils techniques porteurs de la sécurité routière. Enfin, cette première partie montre les approches de l'analyse de l'insécurité routière et l'influence de l'urbanisme, l'organisation du réseau et les caractéristiques socio-économiques sur l'insécurité routière.

L'étude de l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier passe par une démarche géographique en analysant les relations entre société et espace. C'est l'objet de la deuxième partie. Elle montre l'intérêt de l'utilisation des SIG en tant qu'outil d'analyse de l'insécurité routière et d'aide à la décision. Une fois les caractéristiques des voies urbaines hiérarchisées déterminées, l'analyse des dimensions sociospatiales du risque peut être faite. Cette démarche est mise en œuvre sur le terrain de la communauté urbaine de Lille.

La troisième partie analyse alors l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier. L'analyse du risque d'avoir un accident pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents sera au cœur de ce travail de thèse. Les liens entre les voies urbaines et le risque routier n'ont pas été simples à traiter et ne pouvaient pas se faire directement, ils se sont révélés complexes et nécessitant des détours méthodologiques importants. Les méthodes d'analyse statistique et l'outil de l'analyse géographique (SIG) permettent de mener des méthodes d'analyse spatiale et d'étude épidémiologique de la hiérarchisation du réseau. La prise en compte du risque routier du point de vue de la population nous permettra d'explicitier les dimensions sociospatiales du risque routier.

Enfin nous pourrions conclure sur les effets directs de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier et par conséquent l'évaluation des effets de l'aménagement urbain. Ce travail nous permettra de tirer des conclusions pour l'orientation de l'action des gestionnaires et décideurs locaux.

**PREMIÈRE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET APPROCHE
THÉORIQUE DES LIENS ENTRE L'URBANISME,
L'ORGANISATION DU RÉSEAU ET LA SÉCURITÉ
ROUTIÈRE**

CHAPITRE 1

ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA VILLE ET DU RÉSEAU

Pour mieux comprendre la question des effets de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier, un retour sur le contexte urbain et les réseaux existants semble nécessaire. En fait, la démocratisation de l'automobile de ce dernier siècle a engendré un développement urbain rapide et des changements profonds du réseau viaire. Il est devenu difficile de saisir les fonctions des voies et des espaces urbains. La domination de l'automobile sur les espaces urbains a entraîné des modifications durables dans la structure du réseau et dans les pratiques de la mobilité. L'organisation du réseau est de plus en plus assimilée aux nuisances qu'elle génère. Mais pour gérer ces nuisances, les outils dont disposent les urbanistes, les architectes, les planificateurs ou les gestionnaires sont-ils encore adaptés à cette nouvelle réalité ?

Pour mieux cerner la prise en compte de la sécurité routière dans la hiérarchisation du réseau, un rappel historique sur l'urbanisme des réseaux et le rôle de l'automobile dans l'évolution et l'organisation du réseau semble nécessaire. Ce rappel permet d'éclairer les effets de l'introduction de l'automobile dans la ville, les conséquences qu'elle engendre en termes de modes de vie ou de structuration fonctionnelle du réseau, les nuisances qu'elle génère. Et peu à peu, émergent des problèmes liés à l'organisation du réseau, à la gestion de la circulation : une ségrégation fonctionnelle du réseau est-elle envisageable ? Quelle alternative existe-il pour gérer le réseau viaire ? Quelle est la place de la sécurité routière dans l'organisation du réseau ?

1-1- Urbanisme du réseau entre utopie et réalité

De façon générale, nombreux furent les urbanistes qui tinrent compte dans leurs projets et leurs écrits des nouvelles possibilités d'hygiène, de desserte et de locomotion, offertes par les réseaux. De Haussmann à Le Corbusier, en passant par Cerda, Hénard, Soria y Mata, Howard, Sitte et Wright, les espaces de circulation des hommes et des biens, les conduites pour les fluides, l'énergie, voire l'information, figurent dans les plans de villes. L'approche dominante des responsables des réseaux privilégie une conception limitée et circulatoire. Soucieux du bon fonctionnement de ces machines à circuler que la majorité d'entre eux estime nécessaires à la ville moderne, ils avaient tendance à s'en remettre aux techniciens et aux ingénieurs pour traiter de ces problèmes, sans saisir toute la signification sociale, la portée spatiale et l'enjeu territorial stratégique de ces réseaux (Dupuy, 1991). Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, Paris a connu de profonds bouleversements avec la création de véritables liaisons intra-urbaines, initiées par Rambuteau et appliquées à grande échelle par Haussmann entre 1853 et 1870. Ce dernier a détruit les rues médiévales et le paysage urbain issu d'une très longue évolution. Le tracé des nouveaux boulevards qui traversent les limites de vieille ville, devait répondre aux besoins fonctionnels et esthétiques de l'époque. Le projet de Haussmann traite tous les aspects de la planification urbaine, à la fois dans le centre de Paris et dans les secteurs environnants, la réglementation imposée sur la façade des bâtiments, les parcs publics, les égouts, les ouvrages hydrauliques, etc. Au-delà des considérations esthétiques et sanitaires, les larges artères facilitèrent le déplacement des troupes et de la police. Le boulevard parisien dessiné par Haussmann est alors un modèle d'ordonnancement : non seulement il répartit les déplacements des piétons et des hippomobiles sur des sites propres, le trottoir et la chaussée, mais il les rythme par des façades dont l'harmonie est à la mesure. Haussmann conçoit un réseau strictement hiérarchisé, pour le réseau de l'égout d'immeuble à l'émissaire, de l'aqueduc aux conduites de desserte locale ainsi que pour le réseau routier par la construction de rues larges parallèles aux rues étroites déjà existantes ce qui contribuera plus tard à canaliser la circulation (Dupuy, 1991). C'est le cas, par exemple, par la construction du boulevard Saint-Michel parallèlement au boulevard Saint-Jacques.

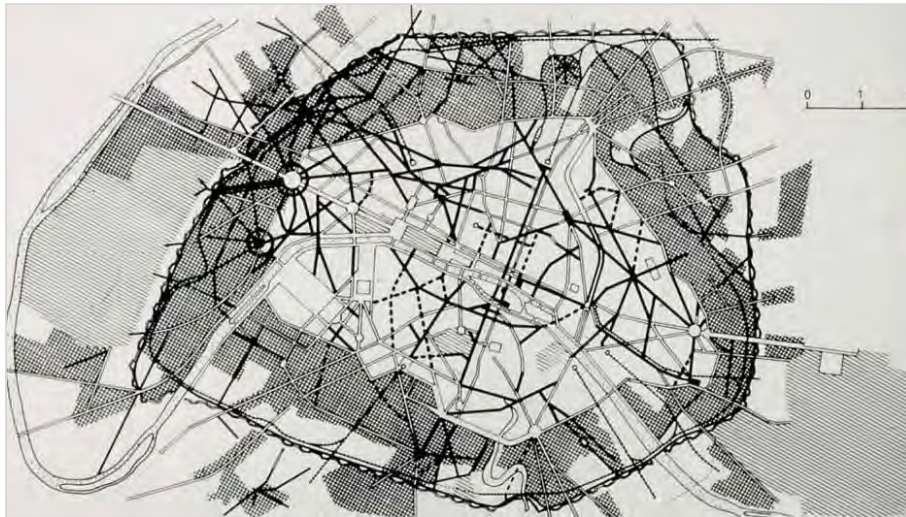


Figure 1, le plan de Paris d'Haussmann (entre 1853 et 1870, le baron Haussmann, qui était préfet de Paris sous Napoléon III, a entrepris une modernisation d'envergure de la capitale en détruisant le paysage urbain hérité de l'histoire)

Différentes études ont montré un lien entre la planification urbaine et l'organisation du réseau. En effet, il ne s'agit pas d'augmenter l'offre de transport en commun (nouvelles lignes, bon service), mais aussi d'en favoriser l'utilisation par l'amélioration de l'accessibilité en densifiant les commerces, les services et les activités à proximité des stations de transport en commun (Fouchier, 2000). Des œuvres anciennes sont basées sur un modèle de planification urbaine intégrant l'organisation des transports. C'est le cas de la Cité linéaire de Soria y Mata. Le principe de base de la *Ciudad Lineal* est justement celui de la connexion maximale. L'aménageur a cherché avant tout à répondre à la question : « dans toute agglomération, le problème fondamental est celui de la communication des maisons entre elles ». La partie linéaire vise à rabattre toutes les communications sur un axe où elles se trouveront grandement facilitées. À la même époque, un groupe de hauts fonctionnaires promeut un projet un peu analogue dans le Nord de la France. Il s'agit de relier les trois villes de Lille, Roubaix et Tourcoing par un boulevard à trois branches, d'une largeur importante et incluant pistes cavalières et cyclables, chaussées, promenades, lignes de tramways et éclairage public. Le réseau, réduit aux liaisons entre trois villes, cherche à les « souder » entre elles. Le réseau doit permettre à Lille de « mettre la main sur les deux cités si vivantes et si pleines d'avenir, de Roubaix et de Tourcoing, de les saisir, d'entraîner entre elles, un déplacement fréquent et de les rapprocher du chef-lieu. »

L'importance du réseau de communication dans la ville, et les tentatives de trouver un équilibre entre les différentes fonctions du réseau semblent évidentes dans le plan d'extension de la ville

de Barcelone (1845). Ildefonso Cerda propose dans ce plan une classification à l'échelle du territoire, car il commence à s'amorcer dans le monde une dissociation radicale entre la fonction circulatoire et résidentielle, entre visibilité et habitat. L'urbanisme de l'extension ou la *vialidad*¹ est le principe de la conception d'un damier censé permettre une circulation généralisée, une accessibilité rapide aux différents lots découpés par le plan. Le plan de Cerda résulte d'une combinaison de rues en un réseau viaire où chaque nœud, chaque carrefour, est l'équivalent du suivant. Le plan de Cerda s'oppose à une classification des flux dans un site séparé. Ses plans des rues en damier sont conçus pour faciliter le déplacement des piétons, des voitures, du tramway, du réseau de gaz, et ce sans négliger les jardins publics et privés, ainsi que les autres équipements clés (écoles, hôpitaux, églises). Cerda ne sépare pas l'édifice de la rue. Dans le cadre de cette démarche, il élabore plusieurs projets, terrains d'analyse et de confrontation de ses théories. L'expérience de Barcelone et les différentes redéfinitions du projet de l'extension constituent un point de vue privilégié pour analyser l'évolution de sa pensée d'un urbanisme des réseaux.

L'urbanisme a été dominé pendant toute son histoire et jusqu'à nos jours, par le courant progressiste. Cet urbanisme se réfère à un fonctionnement étroit (habiter, travailler, se recréer, circuler) trouvant sa traduction spatiale dans un zonage. Il est important de noter qu'en principe la fonction circulation est elle aussi zonée et séparée de l'ensemble urbain dans lequel elle s'insère. La rue ancienne est condamnée en ce qu'elle symbolise le désordre. L'accent est toujours mis fortement sur l'habitat beaucoup plus que sur les relations et les communications. Le plan Voisin qui est établi en 1925 par Le Corbusier pour Paris a été contesté et finalement refusé. Dans ce plan, Le Corbusier souligne que la ville aura une configuration clairement ségrégée, c'est-à-dire, le zonage sera l'un des principes d'élaboration du projet. Il a dessiné le plan comme une démonstration qui tend à prouver qu'il est possible, tout en préservant les monuments les plus importants d'un patrimoine historique, de transformer le centre vétuste d'une grande métropole en une vaste cité de résidences et d'affaires aérée et bien accessible. Il tente de proposer des solutions pour répondre aux problèmes du décongestionnement du centre-ville, de la croissance de la densité, de la multiplicité de modes de transport. Pour cela, il divise la population en trois groupes, les urbains, ceux qui vivent et travaillent dans le centre-

¹ *Vialidad* : l'ensemble des infrastructures qui composent le réseau de routes urbaines et interurbaines pour laquelle le trafic se développe. Ce terme est souvent appliqué également à toutes les normes et activités relatives à la fois à la construction et l'entretien des rues et des routes et les règlements de la circulation routière. Enfin, il est également utilisé pour indiquer les possibilités offertes de trafic d'une route ou une zone.

ville ; les suburbains, ceux qui travaillent en périphérie et ne vivent pas dans le centre-ville mais dans les cités-jardins ; enfin les mixtes ceux qui travaillent dans la ville mais vivent dans les cités-jardins. Dans son Plan Voisin, Le Corbusier propose l'ouverture d'un réseau de grandes artères au centre de l'agglomération parisienne, des voies de 50, 80, 120 mètres de large se recoupant tous les 350 ou 400 mètres, un réseau quadrillé qui s'articule sur les grandes traversées perçant l'agglomération sur des axes nord-sud et est-ouest. La densité est quadruplée atteignant 3 500 habitants à l'hectare mais concentrée sur 5 % de la surface au sol, au lieu des 70 à 80 % de la surface qu'occupent les immeubles anciens alignés sur des rues corridors. La formulation utopiste de Le Corbusier est elle-même inspirée des écrits d'un architecte urbaniste parisien, Eugène Hénard, à qui on doit la première théorie générale de la circulation, exposée dans le 6^e fascicule de ses études sur les transformations de Paris (1903-1909).



Figure 2, Plan Voisin de Paris, Le Corbusier 1922

Quarante ans avant Le Corbusier, Hénard prônait déjà une hiérarchisation en « six types de voies publiques appropriées à leur destination ». Dans son rapport sur l'avenir des grandes villes présenté au 1^{er} congrès international d'urbanisme en 1910, il propose un aménagement des rues intégrant l'ensemble des réseaux techniques de distribution et de circulation : la « rue à étage multiple » comprendrait ainsi trois ou quatre plates-formes superposées, en élévation par rapport au sol naturel, « la 1^{re} pour les piétons et les voitures, la 2^e pour les tramways, la 3^e pour les canalisations diverses et l'évacuation des déchets, la 4^e pour le transport des marchandises ». Il complète sa proposition d'un chiffrage sommaire du coût pour la ville de Paris : 2,1 milliards de francs pour les 1 500 ha de voirie, à étaler sur 100 ans... Certes ces visions utopistes et technicistes n'ont pas vu le jour, mais, outre le fait qu'elles relativisent les propositions actuelles

en manière d'aménagement du réseau et de gestion de la circulation, elles ont fortement imprégné la pensée des ingénieurs chargés de ce secteur. Cela apparaît très clairement dans les projets de voirie, y compris dans les années cinquante, à l'aube de la motorisation généralisée.

À partir des années vingt, au moment où l'automobile commence à entrer dans la ville de manière significative, des réflexions spécifiques en matière d'urbanisme vont émerger, puisque la ville traditionnelle ne peut continuer à s'étendre en tache d'huile, sans un système de déplacements adéquat. À cette époque, le traitement de la circulation urbaine est limité à l'aménagement de tronçon de voies ou éventuellement d'axes hiérarchisés pour faciliter le trafic automobile en lui réservant un espace de plus en plus important. L'automobilisme devient le moteur qui conduit la philosophie d'aménagement. La morphologie des centres-villes, édifiée sous forme d'îlots denses séparés de rues étroites, a une capacité limitée : la cohabitation des nombreuses fonctions urbaines dans le même espace ne peut induire que des dysfonctionnements graves, et les premières traces du zonage moderne font leur apparition. Ainsi, la Charte d'Athènes de 1933 définit cette nouvelle théorie urbaine de séparation des fonctions sur le plan spatial. Selon cette charte, les villes devraient être divisées en zones clairement définies, séparées par des espaces ouverts. Les titres des articles² de la charte concernant la circulation sont révélateurs d'une philosophie globale d'aménagement marquée par la valorisation des modes mécaniques et plus particulièrement de l'automobile : le réseau doit être hiérarchisé en fonction de la vitesse des véhicules et de son rôle dans la distribution des trafics. Une telle hiérarchisation fut formalisée par la « règle des 7V » que Le Corbusier appliqua à Chandigarh, en Inde, dans les années cinquante (Fleury, 1998) :

- Voies V1 : voies rapides reliant la ville aux villes voisines ;
- Voies V2 : voies de circulation rapide destinées aux camions, aux automobiles et aux autobus. Elles sont reliées aux V3 par des ronds-points tous les 800 m ;
- Voies V3 : voies à « vitesse mécanique » qui ne sont pas destinées aux piétons. Elles délimitent les différents secteurs. Aucun logement ni édifice ne doivent s'ouvrir sur ces voies. Elles comportent deux voies automobiles : une voie dite « rapide » permettant de

² Les points principaux de la charte d'Athènes en matière de circulation :

Art 60 : les voies de circulation doivent être classées selon leur nature et construites en fonction des véhicules et de leur vitesse.

Art 61 : les croisements à fort débit seront aménagés en circulation continue par les changements de niveaux.

Art 62 : le piéton doit pouvoir suivre d'autres chemins que l'automobile.

Art 63 : les rues doivent être différenciées selon leurs destinations : rues d'habitation, rues de promenade, rues de transit, voies maîtresses.

rejoindre les autres voies (V1, V2, V3 ou V4) et une voie de desserte des secteurs. Ces voies sont séparées entre elles par une bande de verdure et de trottoirs. Une bande de verdure les sépare également des habitations des secteurs voisins ;

- Voies V4 : rues marchandes (commerces et services à proximité). Elles sont destinées à une circulation aussi bien automobile que piétonne. Comme pour les V3, les habitations sont protégées de la voie automobile par un trottoir et une bande de verdure ;
- Voies V5 : rues de circulation à l'intérieur de chaque secteur. La circulation automobile est une voie de « trafic modéré » et a pour but une desserte des habitations. Encore une fois, la végétation est utilisée pour protéger les habitations des voies de circulation ;
- Voies V6 : rues conduisant les véhicules et les piétons aux portes des maisons ;
- Voies V7 : sentiers piétonniers et pistes cyclables. Elles relient les V4 et V6, et permettent de rejoindre les zones vertes, zones de loisirs, de culture du corps et de l'esprit.

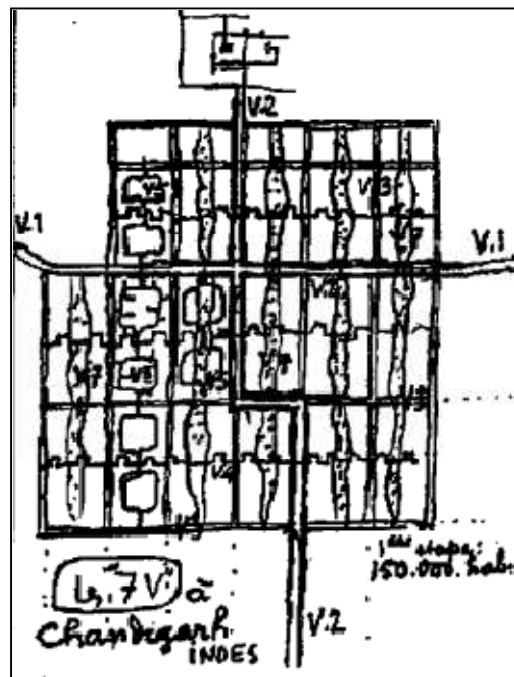


Figure 3, Le système des 7 Voies à Chandigarh, Le Corbusier 1951.

Une telle hiérarchisation fonctionnelle des voies doit répondre à deux besoins principaux, une protection des habitations des voies de circulation automobile d'une part et assurer, aux piétons comme aux automobilistes, des conditions de circulation optimales d'autre part. Le Corbusier voit qu'il est très important de séparer les différentes fonctions humaines (habiter, travailler, se cultiver et circuler) lors de la construction de la ville. La circulation était au cœur de son système de pensée sur la ville, elle n'était pas la fonction primaire, mais elle jouait un rôle essentiel. Elle doit établir la liaison entre les trois autres grandes fonctions.

En conclusion, dans le contexte de l'évolution rapide de l'urbanisme et le développement des réseaux où la domination de l'automobile provoque des nuisances sur l'urbain et l'humain dans la ville, des revendications des habitants de la ville commencent à émerger pour améliorer la qualité de vie depuis les années quatre-vingt (Fleury, 1998). Dans ce contexte il semble important de mettre en évidence le rôle de l'automobile dans le développement urbain et la croissance du réseau et les mesures prises pour l'organisation du réseau et de la circulation pour réduire les effets négatifs de la circulation automobile.

1-2- Ville et réseau : Quel est rôle de l'automobile ?

Pierre Merlin insiste sur l'idée que : *« la ville est un rassemblement des hommes, en un emplacement favorable, pour mener des activités collectives, un lieu d'échanges des personnes, des biens, des capitaux, des idées et des informations, à la fois cadre, moteur et résultant des activités humaines. »* (Merlin, 1994). Elle résulte d'un processus d'agglomération, de concentration physique de populations et du bâti (Remy et Voye, 1992). Les raisons de cette concentration furent d'abord matérielles. Les hommes se groupèrent autour d'un abri naturel ou artificiel, auprès d'un point d'eau. Par la suite, les causes de regroupement furent d'ordre politique, militaire, sociologique ou économique. La ville agglomérée est un milieu favorable à l'intégration sociale. Elle est aussi un lieu de pouvoir où l'État, les pouvoirs publics, les autorités locales, interviennent pour la maîtriser. Dans le contexte d'industrialisation, un exode de la population des campagnes vers les industries conduit à une redistribution des habitants, des territoires et une croissance démographique dans la ville (Benevolo, 1983). C'est cependant cette localisation que la démocratisation de l'automobile semble mettre en défaut en particulier en diminuant la densité. La ville est au cœur de la géographie des territoires de l'automobile (Dupuy, 1995b). Dès l'entrée de l'automobile dans la ville, le rapport entre l'homme, l'espace et le temps a été modifié. L'introduction de l'automobile a permis de se déplacer partout et tout le temps, ce que ne permettaient pas les modes de déplacements préexistants et les transports collectifs qui sont, pour l'essentiel, des « réseaux à fonctionnalité temporaire ». Le parcours des distances longues devient plus rapide et sans rupture. Cette facilité de déplacement permet aux habitants aisés puis modestes de quitter les centres des villes dérangeants.

Alors que la ville traditionnelle européenne était caractérisée par une haute densité et une concentration du bâti, la ville contemporaine est de faible densité, éclatée et polycentrique. Les centres anciens ont connu une perte de vitalité, d'attractivité et de sérieux problèmes de congestion. Ainsi, si l'automobile avait un rôle très susceptible de changer les centres anciens, elle a aussi été un facteur important dans la création des nouveaux espaces urbains et nouvelles

formes urbaines. La voiture particulière a permis, dans un premier temps, de remplir les vides, c'est-à-dire les zones non urbanisées entre les lignes de transport en commun (Newman et *al.*, 1996). Cependant, ces espaces résidentiels sont toujours sous la dépendance du centre-ville. En France, il faut surtout signaler l'exception parisienne. Un complexe d'éléments relevant de la structure du bâti parisien, de la puissance du réseau de transports publics, mais aussi de la valeur sociale, politique et économique attachée à l'espace de la capitale, a réservé à Paris une place tout à fait à part dans l'histoire de l'adaptation de la ville à l'automobile. À Paris, les principes de planification des transports et de l'espace urbain, les méthodes des ingénieurs de trafic, les solutions adoptées, le rejet de quelques grands projets routiers dénotent jusqu'à nos jours le souci de ménager la ville (Dupuy, 1995b). Un urbanisme d'urgence marque la période d'après-guerre avec la construction de grands ensembles de logements et d'infrastructures routières pour les desservir afin de répondre aux besoins résultant de la croissance démographique. Peu à peu l'automobile devient un objet de consommation de masse et non pas un luxe. Cette augmentation de la motorisation et de la vitesse a induit des changements profonds dans les pratiques de déplacements, ainsi que dans les appartenances aux territoires (Chalas et *al.*, 1997). Il apparaît autour des grandes villes occidentales, des espaces suburbains. Il s'agit d'espaces résidentiels, relativement éloignés, créés au départ en fonction d'une desserte par chemin de fer ou par tramway. Les habitants de ces zones trouvent un environnement plus satisfaisant (calme, verdure) qu'en milieu urbain dense. Les valeurs foncières y sont en principe moins élevées, autorisant la possession de la maison individuelle. En revanche, la dépendance par rapport au centre est totale, qu'il s'agisse de l'emploi, des commerces ou des services restés pour l'essentiel en ville. Face à ce phénomène de dispersion des espaces et des résidences pavillonnaires, devant l'échec des grands ensembles et dans un contexte de croissance urbaine forte, la politique des villes nouvelles est lancée dans les années soixante-dix (Merlin, 1994). Ces nouveaux modèles urbains contribuent à la dispersion forte des fonctions urbaines telles que l'habitat, le travail, les loisirs, les commerces ou encore les services (Beaucire et *al.*, 1997). Cette redistribution géographique des périmètres de vie et l'augmentation de la taille de l'espace fréquenté par la population entraînent l'extension urbaine (Orfeuil, 1997). Ainsi, les pratiques de mobilité locale diffèrent en fonction de la taille de cet espace et du type de tissu. Le nombre de déplacements effectués en transports en commun, deux roues ou marche ainsi que les budgets temps augmentent fortement en fonction de la taille du bassin de vie, tandis que la distance parcourue par jour et les distances des déplacements diminuent en fonction de cette taille. Quant à la relation entre le type de tissu et la mobilité, l'utilisation des transports en commun est plus importante dans les centres urbains que dans les banlieues, où l'usage de la voiture est privilégié. En plus, les distances parcourues par jour sont plus importantes en périphérie que dans le centre-ville (Gallez et *al.*, 1998).

Dans cette nouvelle réalité urbaine liée à la notion de mobilité et la distance parcourue entre le lieu d'habitat et les lieux de travail ou d'activité, les réseaux routiers deviennent les garants de la communication entre les espaces disparus (Choay, 1999). En général, dans les villes européennes, le réseau viaire comporte une bonne part de rues étroites et tortueuses. Il y sera remédié à partir des années 1920 par les pratiques des sens uniques. Cependant il existe aussi, à Paris et dans d'autres grandes villes, des réseaux de voirie urbaine qui satisfont à la circulation de l'automobile. Des axes larges et bien revêtus qui constituent l'héritage haussmannien sont très favorables à l'automobile. Pourtant, le réseau n'est pas parfait puisqu'il n'a pas été conçu pour la voiture. Les routes rurales sont tout à fait inadaptées à la circulation automobile. La croissance de la circulation automobile, après la généralisation de la voiture, nécessite une requalification des rues existantes afin de s'adapter à l'automobile, et la mise en place des infrastructures routières dédiées à la voiture. Des infrastructures ont été conçues pour la circulation de transit, des rocade autour de la ville pour assurer la fluidité de la circulation et le bon niveau de service. Ce développement des infrastructures conduit à une augmentation supplémentaire du trafic (cf. figure ci-après), ce qui demande la construction des nouvelles infrastructures pour répondre à cette augmentation de circulation.

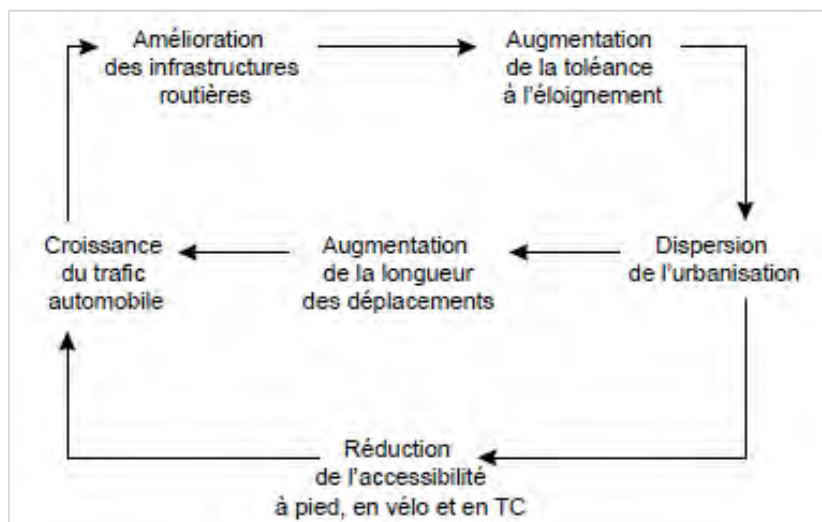


Figure 4, Principe d'auto génération du trafic.

En milieu urbain, la voiture domine progressivement l'espace, les aménagements les plus marquants sont : la mise en place des stationnements, la construction de parkings souterrains, et des tunnels ce qui assure l'accessibilité de l'automobile au centre-ville.

D'une manière générale, si la circulation automobile permet une plus grande souplesse de déplacement (pas de départ à heure fixe, ni de cadencement ; trajet direct entre une origine et une destination sans passer par d'autres arrêts contrairement aux transports collectifs qui visent à desservir le plus de population possible), la voiture apparaît plus souple, plus pratique,

plus confortable que les transports en commun. Cependant, la progression constante de la circulation automobile génère des nombreuses nuisances bien connues : congestion, bruit, pollution, dépenses d'énergie, insécurité routière, et domination sur l'espace urbain dans les villes, mais aussi la mise en place des infrastructures et une laideur des entrées de ville, déshumanisation des quartiers, disparition des liens de voisinage. Depuis les années quatre-vingt, en réaction à ces nuisances, il est notable qu'il existe des revendications des habitants en matière de qualité de vie (Fleury, 1998). L. Servant remarque que « ce n'est pas l'utilité même de l'automobile qui est remise en cause, mais ce sont les inconvénients du règne sans partage de la voiture dans la ville » (Servant, 1996). La ville ne doit pas être pour un passage constant des automobiles, mais aussi pour le soin et la culture de l'homme (Mumford, 1964). Le rapport Buchanan apparaît comme une étape en 1963 dans la réflexion sur la place de l'automobile dans la ville. Les principaux thèmes sont les accidents, la pollution atmosphérique, le bruit, la dégradation du paysage urbain et les embouteillages. Il s'agit bien d'adapter la ville à l'automobile. Buchanan propose, pour les zones urbaines les plus denses, une libération de la circulation automobile grâce à des dalles ou ponts sur lesquels on pourrait recréer l'atmosphère, le paysage, la vie de la ville. Dans les zones moins denses, inspirée par l'expérience américaine de Radburn (New Jersey), une hiérarchisation des voies permettrait de protéger les espaces résidentiels de la circulation rapide tout en leur maintenant une bonne accessibilité. L'auteur illustre les avantages de la hiérarchisation au travers de l'exemple de l'hôpital dans lequel les circulations multiples sont organisées de telle sorte que la tranquillité des malades n'en souffre pas (Buchanan, 1963).

1-3- Du modèle américain au rapport Buchanan - la hiérarchisation fonctionnelle du réseau pour la sécurité routière

Dans le contexte de la croissance extensive de la ville, par l'adjonction de nouveaux quartiers en périphérie, qui devront être reliés au centre traditionnel par des infrastructures dimensionnées en fonction de l'usage de l'automobile, la conception des voies urbaines prend en considération essentiellement ou exclusivement les aspects fonctionnels. La relation entre la fonction routière et le rôle de la voie urbaine en tant qu'élément d'urbanisme a disparu. Le rôle de la route devient : répondre aux exigences techniques engendrées par les fonctions de la circulation. Cette domination de l'automobile dans la conception conduit à des nuisances urbaines (dégradation des espaces) et humaines (séparation sociale, pollution, bruit et insécurité routière). Face à cette dégradation sociale et aux nuisances provoquées par l'automobile, Clarence Perry propose dans

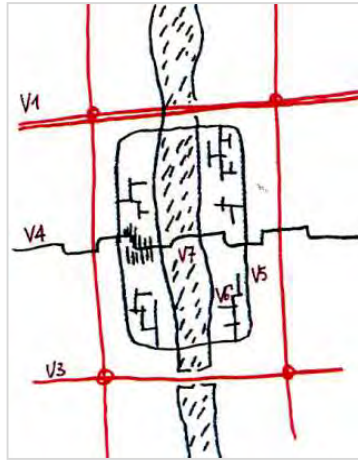
le cadre du *New York Regional Plan* de 1920, de développer « une unité de voisinage, pas seulement comme un objectif pragmatique, mais dans un souci d'ingénierie sociale, visant à donner aux habitants le sens d'une identité attachée à une communauté, à un lieu ». Plus précisément Perry préconise des unités de population d'environ 5 000 personnes, sur un rayon d'un quart de *mile*, avec une école au centre et des boutiques rejetées aux carrefours. Là il est important de rappeler que la possession d'une voiture aux États-Unis a explosé au début des années 1900 lorsque les prix sont devenus abordables. Un bon réseau routier a été développé et des innovations ont rendu la conduite plus facile et plus sûre. La voiture a eu un grand impact sur la structure sociale, économique et politique de la société moderne. Elle a apporté de nouvelles opportunités pour les individus et les familles, et a permis le développement de nouvelles communautés de banlieue, loin du centre-ville et des voies de transport public. La conception des rues pour adapter la circulation de l'automobile est devenue une question clé dans la planification et le développement urbain. Cependant, Il y avait une résistance contre l'influence croissante de l'automobile. Clarence Stein a écrit que les villes américaines n'étaient certainement pas des lieux de la sécurité dans les années vingt. L'automobile était une menace inquiétante pour la vie urbaine aux États-Unis, bien avant, elle l'était en Europe. Les flux des véhicules obligeaient à créer un tracé de rues en damier, qui avait constitué le cadre pour l'immobilier urbain depuis plus d'un siècle, aussi désuet qu'un mur de la ville fortifiée. Le motif en damier est utilisé pour toutes les rues favorisant à la circulation (Stein 1957). Clarence Stein et son collègue Henry Wright ont continué à dessiner le plan d'une ville pour l'automobile à Radburn dans le *New Jersey* en 1928. Ce plan était la première tentative de prise en compte de la sécurité routière dans la planification urbaine. Ils ont conçu la séparation des piétons et des voitures. Le réseau est hiérarchisé en voies de transit, de distribution et d'accès en impasse. Les habitations donnent d'un côté sur les espaces verts ouverts aux piétons et aux cyclistes, de l'autre sur les rues dédiées à la circulation motorisée. Les enfants peuvent aller à l'école et aux espaces de jeu sans traverser la rue.



Figure 5, Plan de Radburn New Jersey 1928. Source : OCDE, 1979.

Du point de vue de la sécurité, ce plan a été un succès pour la réduction du nombre des accidents en évitant le croisement entre les différents usagers de l'espace urbain, un seul accident a été constaté en vingt ans. Cependant, il est peu utilisé, surtout dans les villes qui possèdent des réseaux et caractéristiques héritées des époques précédentes. Si le projet de Radburn marque une véritable rupture, c'est aussi car il condamne la grille orthogonale traditionnelle de la ville américaine. En séparant radicalement automobiles et maisons, en systématisant l'usage des clos, en incurvant les voies, ce schéma incite au ralentissement des voitures et à la diminution du trafic de transit, assurant en retour une plus grande tranquillité des familles et une plus grande sécurité des enfants. Pourtant, l'application de ce principe reste limitée à la conception des quartiers et des villes nouvelles (OCDE 1979).

Des nombreuses mesures ont été prises pour adapter la ville à la circulation automobile. Dans les années soixante, les premières voix contre le danger automobile se font entendre. L'attention des urbanistes et des ingénieurs de voirie met l'accent sur la recherche de l'équilibre entre l'habitation et la circulation. En Grande-Bretagne, à la demande du ministère des Transports, un comité de spécialistes, sous la présidence de Buchanan, a étudié les problèmes posés par le développement du trafic dans les villes. Il propose de réaménager la ville en créant des zones environnementales pour se protéger de l'automobile. D'autre part, il prend le système de voies séparées et le concept de connexion au réseau.



Un secteur de Chandigarh, Le Corbusier.



« Une zone environnement », Buchanan.

Figure 6, La proximité des schémas proposés par Le Corbusier et le rapport Buchanan : fonctionnalisme, hiérarchisation des voies, logique « d'alvéoles ». Mais Chandigarh est une ville nouvelle, alors que la ville cellulaire est un modèle qui peut s'adapter à la ville héritée.

Ce principe est inspiré par le plan de Radburn, séparant les usagers vulnérables des véhicules. Pour expliquer et simplifier son concept de la planification, Buchanan prend l'hôpital comme exemple pour montrer la relation entre les espaces et les différentes fonctions existantes d'une part et la circulation d'autre part. « Les malades sont conduits vers leur chambre, la salle d'opération... Les médecins, les infirmiers, les médicaments, la nourriture, le courrier doivent atteindre les malades. Des véhicules divers assurent cette circulation. Le fonctionnement de l'ensemble est assuré par la création de zones d'environnement (chambre, salle d'opération, salle de consultations, laboratoires, cuisines, bibliothèques, etc.) desservies par un système de couloirs assurant la distribution primaire du trafic. Ce n'est point qu'aucun déplacement n'ait lieu à l'intérieur des zones d'environnement : un pavillon, par exemple, inclut des déplacements verticaux ; mais ceux-ci sont contrôlés de telle sorte que l'environnement n'en souffre pas ». Buchanan a utilisé le terme de « hiérarchisation » pour distinguer les voies de fort trafic des voies locales destinées à l'accès aux bâtiments. Cette distinction a pour but d'assurer l'efficacité des routes principales en matière de circulation. Mais la notion de vie locale est importante avec la création de « zones d'environnement » préservées du trafic. Dans le rapport de Buchanan il n'y a aucune notion de valeur mais plutôt une classification des voies en fonction de leur usage principal. Les réseaux sont structurés en différentes catégories ; les primaires sont conçus pour ne servir que des voies de transit, les voies artérielles facilitent la circulation entre différents quartiers, et des « zones d'environnement » qui assurent le trafic local et résidentiel (Buchanan 1963). Les conclusions de ce rapport ainsi que les conseils donnés ont eu des retombées importantes sur la gestion de la circulation routière en Grande-Bretagne mais aussi en France. Certains faits dénoncés dans ce travail sont d'ailleurs toujours observables.

1-4- Modèle d'organisation de la circulation : Quelle est la place de la sécurité routière ?

Dans un contexte de l'étalement urbain et de l'augmentation de la circulation de l'automobile qui a des effets négatifs sur la qualité de l'air et la qualité de vie en ville. Dans les années quatre-vingt, la gestion urbaine a été du ressort des collectivités locales. La remise en cause de l'automobile devient le moteur de réflexion des acteurs locaux, ce qui se traduit par des politiques plus ou moins favorables à la circulation automobile et donc par une situation actuelle différente selon les villes. Par ailleurs, la loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI) votée en 1982 imposa l'élaboration d'un plan de déplacements urbains (PDU), qui fut étendu à toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants après le vote de la loi sur l'air en 1996. Elles favorisent une réflexion globale sur les systèmes de transport et définissent les principes d'organisation des transports des personnes et des marchandises sur un territoire en assurant un équilibre durable entre les besoins de mobilité, la rentabilité des projets, la protection de l'environnement et de la santé. Les différentes actions des PDU-LMCU qui sont identifiées dans la loi SRU après la loi LAURE, peuvent être regroupées dans les axes suivants :

- Développer un urbanisme favorable aux modes alternatifs ;
- La réduction de l'usage du transport motorisé ;
- Le développement de l'usage des modes doux de déplacements par l'amélioration de leur attractivité et de leur efficacité (transport multimodal, augmentation de la sécurité et du confort, amélioration des services par l'utilisation des nouvelles technologies dans les déplacements) ;
- Un partage équilibré de la voirie en faveur des modes alternatifs ;
- L'adaptation et la hiérarchisation des infrastructures routières ;
- Une réorganisation du stationnement, outil puissant d'action influant largement sur le choix modal, en particulier pour les déplacements domicile-travail ;
- L'organisation du transport et de la livraison des marchandises ;
- Le développement du covoiturage.

Pour une plus grande efficacité, ces orientations devraient être intégrées dans le plan local d'urbanisme et le schéma directeur, par lesquels passe la maîtrise du développement urbain. Le texte de loi stipule également que les décisions prises par les autorités chargées de la voirie et de la police de la circulation, devront être rendues compatibles avec les PDU.

La prise en compte des nuisances de la circulation sur l'environnement et la santé (la ségrégation sociale, le bruit, la pollution, la sécurité routière...) est un aspect important dans la mise en place des plans de déplacements urbains. Le bruit est une nuisance fortement ressentie.

Il est dû principalement aux moteurs et au roulement des pneus sur la chaussée et croît avec la vitesse des véhicules et l'intensité de trafic. La maîtrise des émissions à la source, la réduction de la vitesse, l'installation de revêtements absorbants et de systèmes de protection phonique sont les principaux remèdes. Le plus efficace reste la diminution du trafic automobile. Par ailleurs, l'automobile est une source importante de pollution de l'air. Les normes européennes, de plus en plus sévères, imposent aujourd'hui la production de véhicules plus propres. Les énergies alternatives telles que le gaz de pétrole liquéfié, le gaz naturel véhicule et l'électricité sont moins agressives pour l'environnement. Leurs contraintes d'utilisation (coût de l'investissement, approvisionnement, autonomie) limitent la portée de ces solutions. Enfin, l'insécurité routière est une conséquence directe de la circulation automobile. Depuis le début des années soixante-dix, le nombre d'accidents et de tués a baissé et ce, en dépit de la forte augmentation du trafic. Outre les mesures nationales (limitation de la vitesse, ceinture de sécurité), les politiques locales de sécurité routière et de prévention et l'aménagement des infrastructures ont largement contribué à améliorer la situation. La nécessité d'intégrer la sécurité routière, au même titre que la lutte contre le bruit ou la pollution, dans les politiques d'aménagement et de gestion des déplacements et dans la conception des systèmes de transports, est de plus en plus évidente.

Aujourd'hui, d'une manière générale, deux préoccupations principales de développement peuvent être observées dans les politiques de la ville, le développement durable et le développement économique. Dans le processus de la planification urbaine et de déplacements, de nombreuses actions sont proposées pour organiser et réviser la place de l'automobile et le développement des modes doux de déplacements au nom du développement durable. D'autres actions veulent assurer l'accessibilité de l'automobile et rendre la ville plus attractive au nom du développement économique. Ceci peut être assuré par la mise en place de grandes infrastructures routières dédiées à l'automobile et à l'organisation du réseau (Offner 2001 ; Hernandez 2003). Du point de vue technique, la division de la territorialisation (centre, périphérie) permet la cohabitation de cette double préoccupation. La ségrégation des modes est l'outil utilisé dans la périphérie alors que l'intégration des modes et des usages dans l'espace public avec la modération de vitesse est l'outil technique utilisé dans le centre-ville. Pour la mise en place, un modèle cognitif de l'organisation de la circulation (Figure 7) est aujourd'hui dominant et implicitement partagé par des acteurs afin de réconcilier les deux préoccupations (protection/accessibilité) de la politique de transport. Ce modèle a été mis en évidence par des nombreux travaux de recherche (Fleury, 1998 ; Grenier, 1999 ; Hernandez, 2003 ; Reigner et Hernandez, 2007).

Modèle technique d'organisation de la circulation

La mise en parallèle des principes d'organisation générale des déplacements conduit à définir un modèle dominant de ville résultant de la superposition des trames d'organisation de la circulation des transports en commun et de celle des automobiles. Ces grands principes peuvent être décrits en considérant les trois échelles (agglomération, centre-ville et sa périphérie et l'hypercentre) auxquelles ils s'appliquent.

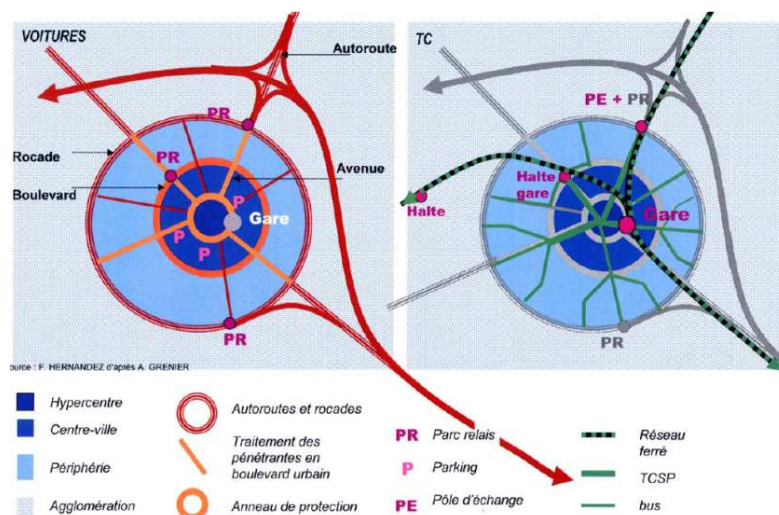


Figure 7, Modèle cognitif de l'organisation du réseau. Source : Reigner et Hernandez, 2007.

À l'échelle de l'agglomération, le trafic de transit est indésirable et doit être enlevé du centre-ville. Les autoroutes et les rocades peuvent protéger la ville des flux de transit et assurer la connexion de ces derniers avec des lieux stratégiques de l'agglomération (gare TGV, aéroport...). Il sert à filtrer les flux provenant des territoires élargis pour limiter la circulation automobile dans le centre urbain. Or, l'aménagement et l'organisation de ces grandes infrastructures sont pris en charge par l'État. Il passe par l'élaboration des plans de transports territoriaux ou nationaux aux différentes échelles (des schémas directeurs de développements territoriaux avec les PDU) (Grenier, 1999).

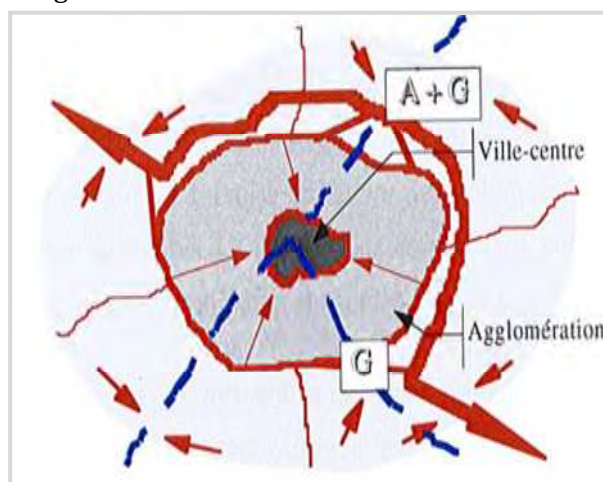


Figure 8, À l'échelle de la métropole, les rocades autoroutières détournent le trafic de transit hors de l'agglomération et assurent la fluidité de la circulation. Source : Grenier, 1999.

À l'échelle inférieure, (le centre-ville et sa périphérie), des anneaux concentriques (boulevards urbains, boulevards périphériques, rocades autoroutières) et des rayons pénétrants (les routes départementale et nationale qui relient la ville à d'autres villes) peuvent assurer la double préoccupation de l'organisation de la circulation automobile (accessibilité/protection).

Les anneaux desservent les quartiers alentour délimitant des espaces successifs qu'ils protègent. Leur conception technique qui assure cette double fonction peut être atteinte par la conception d'une partie souterraine appropriée à l'automobile, et une partie située en surface aménagée comme un boulevard urbain dédié aux modes doux de déplacements. Des vitesses relativement élevées sont tolérées sur les anneaux extérieurs. Elles diminuent sur les anneaux plus centraux.

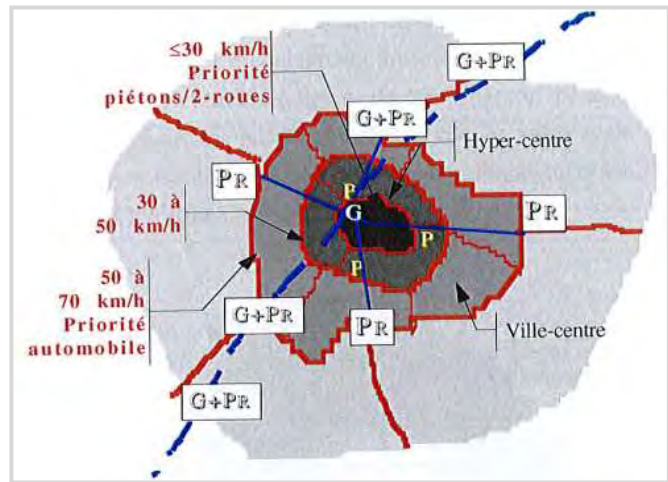


Figure 9, À l'échelle de l'agglomération, l'organisation de la circulation automobile en anneaux concentriques et en pénétrantes vers le centre-ville voies. Source : Grenier, 1999.

Les voies radiales assurent progressivement l'accessibilité de l'automobile au centre-ville. La circulation est distribuée de chaque anneau dans les rayons d'une manière à réduire progressivement les flux de circulation en approche du centre-ville. L'aménagement du « profil en travers » des rayons pénétrants peut aider à cette progression des flux de circulation. L'implantation des parcs-relais (PR) à l'intersection des pénétrantes et des anneaux sert les chalands attirés par les activités et les commerces dans le centre-ville. À cette échelle, de nombreux documents de planification urbaine et de déplacements sont concernés : le schéma directeur, le plan de déplacements urbains, le plan local d'urbanisme, les plans d'occupation des sols de chaque commune composant l'agglomération (Reigner et Hernandez, 2007).

Les anneaux et les axes pénétrants constituent les voies structurantes du réseau. Ils déterminent en milieu urbain des zones et des quartiers résidentiels. Dans ces zones, les voies urbaines sont aménagées comme des zones 30 ou des zones de rencontre où la fonction de la vie locale est prépondérante sur celle de la circulation. Cette organisation est fondée sur la hiérarchisation fonctionnelle du réseau viaire. En milieu urbain, sur les différents types des voies, le principe de

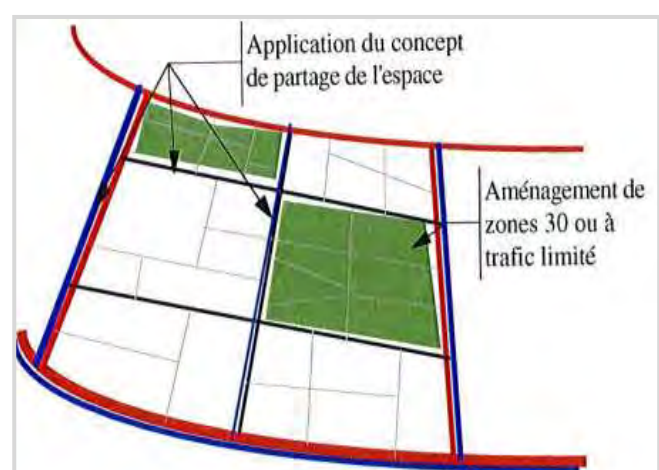


Figure 10, Les anneaux et les rayons sont aménagés selon le concept du partage de la voirie pour affirmer le caractère urbain et la qualité de l'espace urbain. Source : Grenier, 1999.

partage de la voirie sera appliqué afin de permettre la coexistence des différents modes de déplacements dans l'espace public. La limitation de vitesse permet de réconcilier la double fonction de la voie urbaine « circuler » et « habiter ». Cette cohabitation du trafic et de vie locale constitue un souci de sécurité routière (Grenier, 1999).

Dans l'hypercentre, la mise en place des projets de transport en commun en site propre (TCSP), comme le tramway, contribue à la volonté d'écarter les voitures qui tenteraient de traverser cet espace à forte valeur patrimoniale et foncière vers la première ceinture « anneau de protection ». Les voies de cet espace sont entièrement aménagées en zones de circulation apaisée ou des aires de piétons, desservies par les transports collectifs urbains et vélos publics. La circulation de l'automobile est

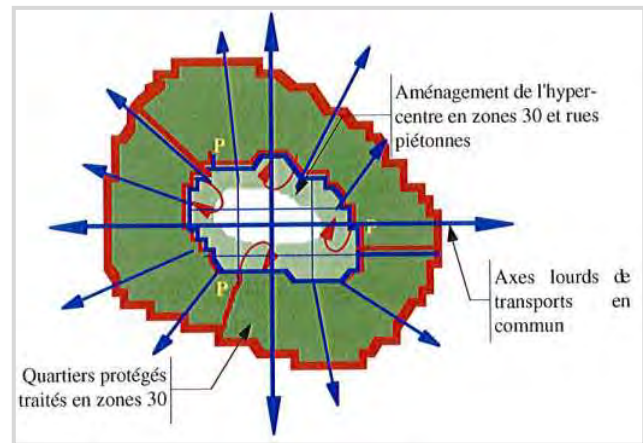


Figure 11, Dans le centre-ville, les voies sont aménagées en zones de circulation apaisée. Parkings mis en place dans la première couronne complètent l'offre de stationnement. Source : Grenier, 1999.

fortement limitée aux seuls véhicules nécessaires pour les livraisons et les dessertes locales. Dans la première couronne limitrophe, des parkings souterrains seront réalisés pour assurer l'accessibilité de l'hypercentre aux consommateurs. En conséquence, le modèle cognitif de l'organisation de la circulation se traduit sur le terrain par une hiérarchisation fonctionnelle du réseau viaire qui s'appuie sur la séparation stricte entre le trafic de transit et le trafic local. Cependant, le développement de la ville, la redistribution des activités économiques, la mise en place des pôles commerciaux en périphérie et les nouvelles stratégies résidentielles rendent difficile la distinction entre le trafic de transit et le trafic local. Dans ce contexte, la question de la sécurité routière se croise avec l'enjeu de circulation.

Afin de clarifier la place de la sécurité routière dans le processus de décision de l'organisation de déplacements, Hélène Reigner et Frédérique Hernandez ont analysé les démarches et les actions utilisées en matière de sécurité routière dans les plans de déplacements urbains élaborés pour les trois agglomérations (Aix en Provence, Aubagne, Grenoble). Les auteures s'appuient sur l'hypothèse selon laquelle l'élaboration du plan de déplacements urbains constitue le cadre favorable à l'intégration de la sécurité routière dans l'organisation des déplacements. La démarche de l'étude s'est appuyée sur le traitement des documents publiés par les pouvoirs locaux, sur des entretiens avec les acteurs locaux et au suivi des réunions sur l'élaboration des projets des plans de déplacements urbains. Une analyse permet de cerner les acteurs porteurs de la sécurité routière, de faire le point sur le contenu du volet sécurité routière inscrit dans les

PDU, pour finalement être à même de définir les caractéristiques majeures des politiques locales de sécurité routière sur chacun des terrains. Les auteures prennent tous les projets qui traitent de sécurité routière dans les PDU pour analyser son rôle dans l'aménagement et son articulation avec d'autres valeurs dans les politiques de transports, la réduction de circulation automobile, le développement des modes de transport doux et la qualité de l'espace public. À l'aide des représentations cartographiques, Reigner et Hernandez tentent de comprendre la logique d'organisation de la circulation et des déplacements par la comparaison entre le modèle cognitif expliqué précédemment et souhaité par les acteurs locaux et les situations réelles de l'organisation des déplacements sur les terrains analysés, en tenant compte de la spécificité spatiale et en faisant le point sur les projets conduits localement pour chaque terrain. Les auteures repèrent et cartographient l'ensemble des projets des infrastructures qui sont en cours ou dans le PDU par rapport au modèle cognitif de l'organisation de la circulation. En conséquence, cette comparaison cartographique peut mettre en évidence les manques et les défauts dans le modèle d'organisation de la circulation. Le traitement de ces défauts fait appel à plusieurs scénarios contradictoires proposés par de nombreux acteurs.

Reigner et Hernandez mettent en évidence les actions mises en œuvre pour l'organisation des déplacements et la place de la sécurité routière. Elles affirment que la sécurité routière apparaît localement comme un enjeu secondaire. Elle se traduit spatialement autour des actions qui répondent aux préoccupations de la politique de transport. Sur les trois terrains étudiés, les rhétoriques dominantes sont sur le développement des modes alternatifs (la mise en place d'un tramway, le développement du réseau cyclable) et la protection de la qualité urbaine dans le centre-ville. Ceci peut s'expliquer car la loi SRU encadre législativement les actions des PDU dans une rhétorique de la durabilité. Dans ce contexte de la durabilité, des actions sont mises en œuvre visant à la réduction de l'usage de l'automobile dans le centre-ville et au développement des modes doux de déplacements. Reigner et Hernandez révèlent que de telles actions sont souvent associées aux actions en faveur de la sécurité. Cette confusion vient de l'utilisation des outils techniques de l'écomobilité (zone 30, aménagement cyclable...) issus de la « boîte à outils » de la sécurité routière qui donnent l'impression de faire de la sécurité routière. De même, une partie de la « boîte à outils » de la sécurité a été conçue dans un double objectif, la sécurité mais aussi la qualité de la vie locale.

En outre, Reigner et Hernandez affirment que les aspects de la circulation et de l'implantation des nouvelles infrastructures routières sont mis au second plan. Ils sont mentionnés en tant qu'actions devenues indispensables pour que fonctionnent les projets relevant de la thématique de l'écomobilité. Les actions prises dans ce cadre visent à assurer la fluidité et l'accessibilité. Sur les trois agglomérations étudiées, les projets sont proposés pour compléter la hiérarchisation du

réseau par la construction des sections qui constituent les maillons manquant du modèle cognitif. La sécurité est souvent associée à la hiérarchisation fonctionnelle du réseau. L'argumentaire utilisé est que, si la hiérarchisation n'est pas complète, le trafic de transit va se répandre sur les voies locales qui ne sont pas aménagées pour accueillir ces flux. Ce qui induit une congestion, une dégradation de la vie locale et une situation accidentogène. En effet, les acteurs locaux privilégient dans l'organisation de la circulation le transfert d'une partie du trafic local vers les autoroutes, la spécialisation des flux et la multiplication des échangeurs sur le réseau. L'hypothèse selon laquelle le transfert d'une partie du trafic local améliore la sécurité routière dans le centre-ville. Dans les voies urbaines où il existe à la fois une fonction forte de circulation et une fonction urbaine, la sécurité routière apparaît comme un enjeu de premier plan, affirment Reigner et Hernandez. Le traitement de ces axes est fait de façon à ce qu'ils demeurent dédiés au trafic de transit de longues distances, à un bon niveau de vitesse, ce qui n'est pas favorable à la sécurité.

L'absorption du réseau viaire par l'urbain est une problématique forte bien qu'absente dans les PDU, elle pose la question de l'évolution des fonctions et en conséquence du traitement de ces voiries. Inconfort et insécurité sont associés, localement, pour pointer des dysfonctionnements dont le point commun est d'être généré par un décalage entre l'environnement et l'usage urbain des voiries et de leur fonctionnement, notamment en matière de vitesse, trop routier. Aujourd'hui, l'aménagement de l'espace public est très complexe en raison de la coexistence des fonctions différentes (habitat, circulation) de la voie urbaine. Cette coexistence est susceptible de produire des dysfonctionnements à l'origine d'accidents. Reste que les enjeux de sécurité routière, forts dans ces configurations où la conception de la voirie n'est pas en phase avec la réalité de son usage, ne sont pas résolus pour autant. Pour ce faire, il ne reste rien de moins au service des Conseils Généraux qu'à accomplir une révolution culturelle dans la conception des réseaux routiers, où la vitesse ne serait plus un objectif prioritaire associé à la notion de « bon niveau de service », où le calibrage des voies ne se ferait plus prioritairement en fonction des flux mais tiendrait compte de l'environnement urbain et des activités environnant la voie.

CHAPITRE 2

PLACE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DANS L'AMÉNAGEMENT URBAIN

La France a mené depuis plusieurs décennies une politique de sécurité routière efficace, qui a permis de passer de 16 000 tués en 1972 à 3 653 en 2012 (ONISR, 2012). Une telle politique est abordée comme une série de programmes d'actions par les pouvoirs publics. Elle s'est traduite par l'élaboration de normes qui assurent la sécurité en améliorant l'infrastructure, en perfectionnant les équipements sur les véhicules et surtout, en imposant une réglementation du comportement de l'utilisateur et de l'usage de la route. La gestion quotidienne du risque routier est dévolue, depuis le début des années quatre-vingt, aux acteurs locaux (collectivités territoriales, collectivités locales...). Cependant, cette évolution de la sécurité, avec 60 437 accidents corporels dont 3 653 tués (ONISR, 2012), pose toujours un problème. Aujourd'hui, de nombreux outils techniques sont utilisés dans l'aménagement pour traiter l'insécurité routière en milieu urbain. C'est pourquoi, il nous paraît important de mettre en lumière les grandes mesures de la politique de sécurité routière en France, de décrire son organisation et d'exposer les concepts et les outils techniques porteurs de la sécurité routière dans l'aménagement, de manière à mettre en perspective notre travail et à mettre en évidence son champ d'application.

2-1- Politique de sécurité routière en France (1972-2012)

La France a été longtemps un des pays les plus dangereux en Europe occidentale. Mais à partir de 1972, le mode de gestion de cette sécurité routière a profondément évolué dans ce pays et les actions menées, notamment par les pouvoirs publics, ont commencé à trouver une efficacité, avec une réduction du nombre de tués sur les routes.

2-1-1-Des années soixante-dix

Au début des années 1970, une délégation interministérielle à la sécurité routière est mise en place. C'est une structure rattachée au cabinet du Premier ministre et composée d'une dizaine de hauts fonctionnaires issus des principales administrations (intérieur, défense, éducation, justice, santé, transport), elle a réalisé un important travail administratif pour organiser la sécurité. C'est en 1973 et les années suivantes que sont prises les grandes mesures de sécurité. Le gouvernement instaure les limitations des vitesses, l'obligation du port de ceinture à l'avant et du casque pour les motocyclistes. En 1974, les niveaux de vitesses sont fixés à : 90 km/h sur les routes, 110 km/h sur les voies express à 2x2 voies et 130 km/h sur les autoroutes. En 1975, suite à la baisse significative du nombre de tués (de 16 000 en 1972 à 13 000 en 1974), une nouvelle instance – le comité interministériel de sécurité routière – remplace la délégation interministérielle. Des nombreuses mesures législatives ont été votées après la mise en place de cette instance. Contrôle préventif de l'alcool au volant en 1978, port de la ceinture aux places avant en agglomération en 1979, obligation du port de casque en agglomération d'abord en 1976, puis partout en 1980. Cependant, le nombre de tués sur les routes reste près de 12 000 décès par an à la fin des années soixante-dix (ONISR, 2012). Ainsi, si les années soixante-dix ont vu la mise en place de grandes mesures nationales, les années quatre-vingt verront celui du développement de l'action locale (Fleury, 1998).

2-1-2- Des années quatre-vingt

Dans les années quatre-vingt, des mesures ont été prises pour améliorer la sécurité par l'amélioration du comportement des conducteurs, le seuil de l'alcoolémie est abaissé de 1,2 à 0,8 g/l d'alcool dans le sang. La plupart des véhicules sont équipés de systèmes antiblocages des roues. La priorité aux carrefours giratoires fait diminuer notablement le nombre d'accidents mortels dans les carrefours. Mais aussi, la volonté de mobiliser et d'impliquer les acteurs locaux, après la loi de décentralisation en 1982, constitue le point le plus marquant de la nouvelle

politique. La sécurité routière devient, pour les pouvoirs publics, « l'affaire de tous » alors qu'elle était généralement considérée comme « affaire d'ingénieurs et de gendarmes » (Galland, 1991). Une politique contractuelle entre l'État et les collectivités locales se met en place dans le cadre de la régionalisation. Différentes formes contractuelles ont existé : l'opération « Objectif 10 % » qui conditionne l'octroi d'une subvention à une diminution de 10 % des accidents en un an ; l'instauration de plans départementaux de sécurité routière et du programme REAGIR (réagir par des enquêtes sur les accidents graves et des initiatives pour y Remédier) lancés en 1983. Dans ce programme, des enquêtes sur les accidents graves de la circulation sont réalisées par des équipes pluridisciplinaires. Cette politique permet de passer sous la barre symbolique des 10 000 morts par an mais c'est une baisse lente et irrégulière. Malgré les critiques que l'on peut observer sur ces opérations, il faut reconnaître qu'elles ont fait progresser dans le public, la perception de la sécurité routière comme interaction de plusieurs disciplines et la nécessité de sa prise en charge locale (CERTU, 1990). D'un point de vue technique, l'amélioration de la sécurité routière résulte de la mise en cohérence des actions des acteurs de différentes disciplines (Fleury, 1998). Dans cette mouvance de pluridisciplinarité et de démarches locales, les opérations « ville plus sûre, quartiers sans accidents » sont à l'origine d'étroites collaborations entre ingénieurs, urbanistes et paysagistes. Les objectifs de ces études concernent l'amélioration de la sécurité routière par la gestion de la circulation mais aussi la qualité de la vie des habitants des zones urbaines traversées par des voies importantes (CERTU, 1990a). Les recherches montrent la nécessité d'intégrer la sécurité routière dans une politique globale de l'aménagement urbain. La sécurité routière devient un élément parmi d'autres dans l'action sur la ville, de nombreux acteurs sont impliqués, la responsabilité de l'insécurité routière incombe aux gestionnaires locaux (Fleury, 2005).

2-1-3- Dans les années quatre-vingt-dix

En 1989 est publié le livre blanc de la sécurité routière qui marque les orientations majeures des futures politiques, dont l'amélioration du contrôle/sanction qui se concrétisera six ans plus tard. Ce livre blanc constitue désormais un catalogue de mesures et une référence pour améliorer la sécurité routière utilisée par des gouvernements successifs. Au début des années 1990, la ceinture est rendue obligatoire pour tous les passagers, étendant définitivement un dispositif de sécurité dont l'usage est plutôt bien rentré dans les mœurs en rase campagne, moins bien en circulation urbaine. L'installation de ceintures à l'arrière et de protections adaptées aux enfants, le taux d'alcool est abaissée à 0,5 g/l, et la limitation de la vitesse à 50 km/h dans les agglomérations. Du point de vue de l'aménagement, une démarche constructive de la sécurité routière est apparue en parallèle à l'émergence des nouvelles valeurs comme la préservation de

l'environnement, le développement économique et la qualité urbaine... Une telle démarche s'appuie sur différentes valeurs autres que la sécurité routière et sur l'analyse de la planification et de l'organisation des déplacements pour cerner la place que tient la prévention des risques routiers dans ces processus. Cela nécessite donc de considérer et de mettre en relation les divergences de points de vue des acteurs impliqués dans le processus de décision de l'aménagement pour concevoir une vision globale d'actions.

2-1-4- De 2000 à aujourd'hui

En 2000, les courbes des accidents reprennent une tendance claire à la baisse. D'autres mesures sont prises telles que le retrait immédiat des permis, en l'attente d'une décision de justice ultérieure, toujours dans le cadre d'excès de vitesse importants. Les polices municipales sont également autorisées à intervenir en milieu urbain. Les premiers radars fixes de contrôle, sanction automatique de l'excès de vitesse arrivent en 2003. Le Conseil national de sécurité routière est installé. En 2004 est instauré le permis probatoire. Un dépassement du taux légal d'alcoolémie entraîne un retrait de 6 points. En 2001, le président de la République avait fait de la sécurité routière un grand chantier de son quinquennat. Pour cela, un dispositif législatif a été mis en place pour favoriser la recherche. L'article 11-1 du Code de procédure pénale créé par la loi du 9 mars 2004, permet la communication des procédures judiciaires en cours pour « réaliser des recherches ou enquêtes scientifiques ou techniques », à des autorités ou organismes habilités à cette fin par un arrêté du ministre de la Justice et sur autorisation du procureur de la République ou du juge d'instruction. Cet article fixe la liste des personnes autorisées, parmi lesquelles le directeur général de l'IFSTTAR. Les procès-verbaux (PV) numérisés sont mis à disposition de l'IFSTTAR par le réseau Trans PV qui est un organisme dépendant des assureurs, chargé d'envoyer aux compagnies d'assurances concernées un exemplaire pour l'indemnisation des victimes. Les procès-verbaux sont bien sûr des documents juridiques qui ne sont pas conçus pour la recherche en sécurité. Malgré cette limite, beaucoup d'informations sont utilisables. Cette base de données renseigne sur l'adresse des impliqués, ainsi que les caractéristiques individuelles et les catégories socioprofessionnelles. Elle permet aussi d'obtenir les informations relatives aux lieux, dates, heures, scénarios... et les paramètres physiques des voies (largeur de chaussée, nombre de voies, aménagements, régime de circulation...). Cette politique permet de passer sous la barre symbolique des 5 000 morts par an en 2006 (ONISR, 2012). Mais le nombre des accidents corporels de la circulation routière recensé en 2012 reste toujours important (plus de 60 400 accidents faisant 75 851 personnes blessées dont 3 653 tuées) (ONISR, 2012).

Les coûts des accidents peuvent mesurer l'insécurité routière, notamment celui de la prise en charge sociale des victimes. Depuis l'année 2003, l'ONISR utilise la même méthode d'évaluation du coût de l'insécurité routière (1 342 072 d'euros pour une personne tuée, 143 787 d'euros pour une personne hospitalisée plus de 24 heures, 5 752 d'euros pour une personne blessée légèrement et 6 778 d'euros pour les dégâts matériels). Le coût des accidents corporels en 2012, calculé sur la base des prix unitaires ci-dessus, s'établit à 9,5 milliards d'euros (Md€), dont 4,9 Md€ au titre de la mortalité, 3,9 Md€ au titre des hospitalisations, 0,3 Md€ pour les victimes légères et 0,4 Md€ pour les dégâts matériels de ces accidents corporels. Au coût des accidents corporels s'ajoute le coût des accidents non corporels estimé pour 2012 à 12,5 Md€. Ainsi le coût total de l'insécurité routière pour 2012 est de 22,0 Md€, soit 1 % du PIB.

Le graphique ci-après illustre la baisse significative des accidents et y associe les actions les plus marquantes (Figure 12).

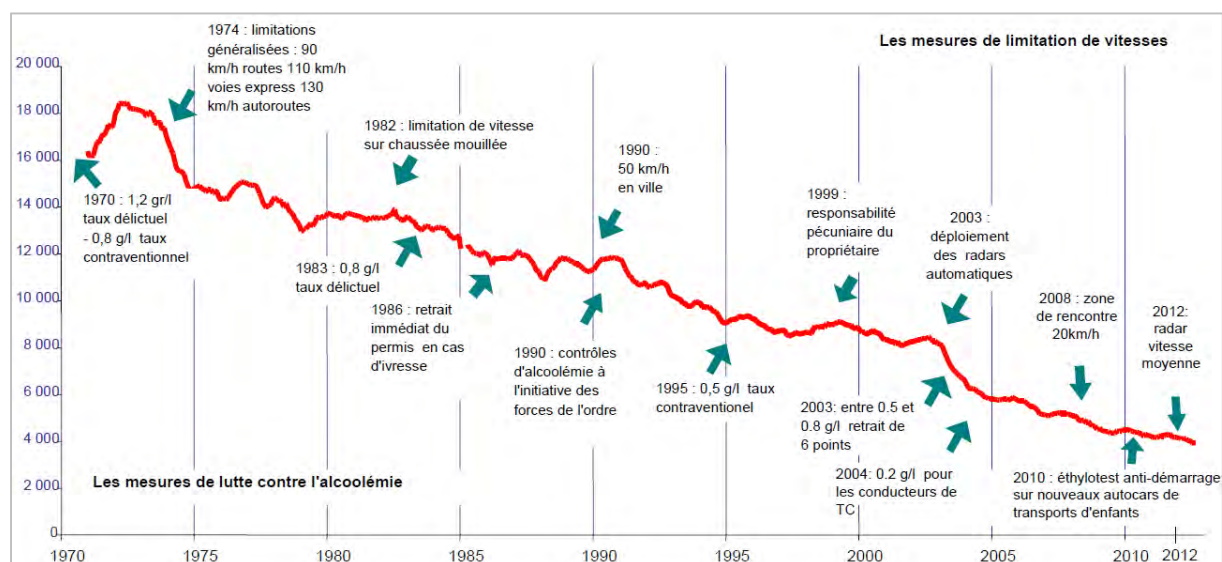


Figure 12, Politique des pouvoirs publics et l'évolution de l'insécurité routière. Évolution de la mortalité routière en France métropolitaine et les mesures prises en matière de sécurité routière 1970-2012 (moyenne glissante sur 12 mois). Source : ONISR en 2012.

Le graphique montre que depuis les années soixante-dix, les actions mises en œuvre en matière de sécurité routière ont été concentrées sur les trois principaux facteurs de risque (la conduite en état d'ivresse, le non-respect du port de la ceinture et les pratiques de vitesse). Aujourd'hui, l'enjeu majeur de la politique de sécurité routière a été annoncé par l'objectif fixé par le ministre de l'Intérieur. Il est de passer sous le seuil des 2 000 personnes tuées d'ici à 2020, soit une réduction de 50 % de la mortalité routière de France métropolitaine par rapport à l'année de référence 2010 (ONISR, 2012).

2-2- Gestion locale de la sécurité routière

L'accident est le résultat d'un dysfonctionnement du système homme/véhicule/environnement routier. De ce fait, la sécurité ne peut être obtenue que par des actions coordonnées sur les trois éléments du système. Des mesures ont été prises pour maîtriser le comportement du conducteur, telle que la limitation du taux d'alcool, la limitation des vitesses et l'obligation du port de la ceinture de sécurité ou du casque. Des recherches menées sur la psychologie de conduite et la perception du risque routier ont été menées dans ce contexte. D'autres mesures ont été prises pour l'amélioration des conditions de sécurité de la voiture, en augmentant la résistance des véhicules au choc, les performances des freins et des pneumatiques. Elles sont renforcées par les mesures gouvernementales visant à normaliser le parc automobile (contrôle technique obligatoire). De plus, les systèmes de transport intelligents (STI) (en anglais *Intelligent Transportation Systems* (ITS)) désignent les applications des nouvelles technologies de l'information et de la communication au domaine des transports. On trouve les STI dans plusieurs champs d'activité : dans l'optimisation de l'utilisation des infrastructures de transport, dans l'amélioration de la sécurité (notamment de la sécurité routière) et de la sûreté ainsi que dans le développement des services. L'utilisation des STI s'intègre aussi dans un contexte de développement durable : ces nouveaux systèmes concourent à la maîtrise de la mobilité en favorisant entre autres le report de la voiture vers des modes plus respectueux de l'environnement. Enfin, l'aménagement de l'infrastructure et de l'espace environnemental agit sur la sécurité structurelle (Barjonet et al, 1992). L'aménagement de sécurité est d'abord considéré comme « un objet technique en soi » (Yerpez, 1998). Les mesures de sécurité portant sur la voirie et concernant la sécurité sont organisées autour des nombreux points : visibilité ; lisibilité ; adhérence ; récupération ; gravité. Mais aussi, la cohérence entre la voie et l'environnement, entre le trafic et l'aménagement. Les études s'intéressent aux composantes techniques et à celle de la performance des actions mises en œuvre. Ces études contribuent à la conception des normes techniques, des recommandations en vue d'optimiser la sécurité des routes. En 1992, le CERTU et le SETRA ont publié un ouvrage, sécurité des routes et des rues, illustrant les connaissances en matière sécurité par l'aménagement des infrastructures (SETRA, 1992).

Depuis la loi de décentralisation, la gestion urbaine devient du ressort des collectivités locales dotées d'un Plan d'Occupation des Sol (POS) remplacé après la loi de solidarité et du renouvellement urbain en 2000, par le Plan Local d'Urbanisme (PLU). Dans ce cadre, les compétences en matière de gestion des infrastructures routière ont été redistribuées : l'État conserve la gestion du réseau national et des autoroutes non concédées, les départements se

voient attribuer celle du réseau départemental, et les communes ou regroupements de communes le cas échéant, sont quant à eux chargés des réseaux de transport public, de réseaux de voiries locales et de l'espace public (loi du 2 mars 1982). Du point de vue de la sécurité, dans la plupart des cas, la commune domine la compétence de sécurité, ainsi que le pouvoir de police, la mise en place et la maintenance de la voirie. La gestion des réseaux de transport en commun est, le plus souvent, de la compétence de structures de décision intercommunale. Les communautés urbaines³, en revanche, ont un pouvoir plus vaste, la gestion de la sécurité routière étant de leur compétence ainsi que les études de circulation et d'aménagement des infrastructures, ce que souligne Laurence Barrand dans sa thèse. Les conseils municipaux conservent cependant le pouvoir de décision lors de la réalisation de travaux de voirie (Barrand, 1997).

2-2-1- Les acteurs de la sécurité routière et de l'aménagement

En fonction de leur situation, les services techniques privilégient des points de vue particuliers, des cultures techniques différentes reposant sur les expertises et des savoir-faire. Toutefois, c'est surtout la rhétorique commune centrée sur la qualité urbaine, l'écomobilité, le développement des modes doux qui se fait entendre aujourd'hui. Les préoccupations majeures annoncées sont la lutte contre l'étalement urbain, la lutte contre les nuisances de l'automobile (la pollution, le bruit, les encombrements). Ces préoccupations sont portées en France par une partie des ministères et des services techniques centraux, relayés par des élus et des techniciens locaux. Elles sont soutenues par des associations locales qui peuvent avoir des positions fortes en la matière, quoique souvent sectorielles. Si des différences apparaissent entre les espaces, des différences existent aussi selon les échelles d'observation.

2-2-1-1- L'État et ses relais locaux

Peuvent être distinguées d'abord les instances placées plus ou moins directement sous l'autorité du Premier ministre et qui ont vocation à intervenir sur l'ensemble des questions liées à la politique de sécurité routière :

³ La Loi 1966 crée les communautés urbaines par regroupements, obligatoires pour les agglomérations les plus importantes et sur la base du volontariat pour les autres.

La délégation à la sécurité routière et à la circulation routière (DSCR) qui élabore et met en œuvre la politique de lutte contre l'insécurité routière. Elle est placée sous l'autorité du ministère de l'Intérieur et est également mise à disposition du ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie, compétent en matière de réglementation technique des véhicules, de sécurité des infrastructures et d'équipement routier (décret du 25 novembre 2010 et décret du 24 mai 2012).

L'Observatoire national interministériel de sécurité routière (ONISR). Organisme créé en 1993, il est directement placé auprès du délégué interministériel à la sécurité routière. Il assure la collecte et la diffusion des données statistiques nationales et internationales, du suivi des études sur l'insécurité routière et de l'évaluation des nouvelles mesures de sécurité routière prises ou envisagées.

Le Conseil national de la sécurité routière. Cet organisme, composé de représentants de différents acteurs de sécurité routière (élus, associations, entreprises et administrations) avait été créé en 2001 pour être à la fois un lieu de débats et une force de proposition en matière de sécurité routière. Il n'a pas été renouvelé en 2008, mais un comité interministériel de la sécurité routière, réuni au mois de mai 2011, a décidé de le relancer, en l'élargissant aux regroupements de collectivités locales gestionnaires d'infrastructures et aux spécialistes médicaux notamment.

La Direction départementale des territoires (DDT) : c'est un service déconcentré de l'État français créé au 1^{er} janvier 2010, prenant la forme d'une direction départementale interministérielle, placée sous l'autorité du préfet de département, mais dépendant hiérarchiquement des services du Premier ministre. Les compétences de cette direction sont de promouvoir le développement durable, de mettre en œuvre des politiques d'aménagement du territoire, et de prévenir des risques naturels.

Les réseaux techniques et la recherche

À partir du début de janvier 2014, un nouvel établissement public, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) a été créé pour répondre au besoin de disposer d'un appui scientifique et technique renforcé, pour élaborer, mettre en œuvre et évaluer les politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Il regroupe aujourd'hui les huit centres d'études techniques de l'équipement (CETE), le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), le Centre d'études techniques, maritimes et fluviales (CETMEF) et le Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA). Le CEREMA interviendra pour promouvoir une approche transversale au service de l'égalité des

territoires. Celle-ci inclut les enjeux liés à la ville et à la mobilité durable, au logement et à l'habitat, à la mise en capacité des territoires pour leur propre développement, à la prise en compte des risques et opportunités en matière environnementale, énergétique et d'usage des sols. Il accordera ainsi une importance particulière aux sollicitations des territoires les plus vulnérables et exposés à des cumuls de risques économiques, sociaux, environnementaux et technologiques.

L'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) a été créé au début de janvier 2011 par la fusion du LCPC et de l'INRETS. Cet établissement public à caractère scientifique et technologique sous la double tutelle des ministères de l'Écologie et du développement durable et de la Recherche. Il consacre une part importante de ses activités à la sécurité routière. Les objectifs dans ce domaine sont la connaissance des facteurs d'insécurité et des conséquences des accidents, l'aide à la prévention et à son évaluation, l'éducation et la formation à la sécurité routière, la recherche en biomécanique.

L'insertion de notre recherche au sein de ce dispositif se traduit par une collaboration très étroite avec l'IFSTTAR et plus précisément avec le département de transports, santé et sécurité (TS2) au sein du laboratoire mécanismes d'accidents (LMA). L'un des domaines d'intérêt de cette unité de recherche est le diagnostic de sécurité routière. Elle vise à interroger le délicat maniement local de la « boîte à outils » permettant d'améliorer la sécurité par une action sur l'espace. Dans sa thématique MISTRAL, ce laboratoire analyse l'intégration de la sécurité routière dans la gestion territoriale à travers la rhétorique de développement durable et de l'écomobilité dans l'objectif de la prise en compte de la sécurité routière et de l'analyse de risque au niveau stratégique de la politique du territoire. Les investigations dans le domaine de l'accidentologie sont également complétées par des recherches expérimentales sur les liens entre l'aménagement, l'environnement urbain et les comportements des usagers. De l'autre, l'accès disponible aux données sur les accidents grâce à un accord national avec Trans PV et la collaboration avec le laboratoire GEOSYSCOM de l'université de Caen permettent d'appliquer le système d'information géographique (SIG) pour étudier les risques encourus par les habitants utilisant des bicyclettes, des motos, ainsi que par les poids lourds et les véhicules de livraison et de relier le risque routier aux caractéristiques urbaines, à l'organisation des réseaux et aux caractéristiques socio-économiques de l'espace urbain. La communauté urbaine de Lille a assuré une fonction de partenaire à ce laboratoire tout au long de la conduite de cette thèse.

2-2-1-2- les acteurs au niveau local (communes et regroupement des communes)

Dans une étude sur l'implication des spécialistes de sécurité routière dans l'organisation municipale, Philippe Ménerault montre que la prise en charge locale de la sécurité routière se fait dans le cadre des découpages institutionnels existants, elle est traitée par l'État et les collectivités locales. Selon lui, cette prise en compte de la sécurité routière à différentes échelles contribue au manque de la place de la sécurité routière dans leurs politiques (contradictoire des compétences).

Philippe Ménerault remarque que les politiques locales de la sécurité routière résultent de la juxtaposition d'actions à court terme. L'organisation institutionnelle au niveau local contribue à inscrire dans les services sectoriels des actions comme modèle d'intervention. L'auteur remarque aussi que les élus, ayant une compétence spécifique en matière de sécurité routière sont peu nombreux (Ménerault, 1991).

Une autre étude de Jean-Charles Désiré et *al.*, analyse le contexte géographique et politique dans lequel les politiques urbaines s'inscrivent, les caractéristiques du système d'acteurs intervenant dans la gestion locale de la sécurité routière et les réponses apportées aux problèmes de sécurité. Les auteurs montrent, dans leur analyse sur le relais de la demande sociale dans les institutions locales (municipalité, communauté), que les municipalités constituent un cadre favorable aux citoyens et aux usagers de l'espace public pour transmettre leurs demandes en matière de sécurité routière aux responsables de l'aménagement (élus et techniciens). Les auteurs soulignent aussi que la réaction de la commune est souvent de proposer des approches correctrices et des solutions *ad hoc* plutôt qu'une approche globale de sécurité routière pour traiter le dysfonctionnement du système urbain. C'est le cas de l'aménagement des sorties des écoles pour répondre à la demande des habitants de protéger leurs enfants. Cependant, l'évolution de la demande sociale vers l'amélioration de la qualité de vie et de l'espace urbain semble plus favorable à une approche globale des dysfonctionnements du système urbain. Par exemple, la discussion sur le concept de « partage de la voirie » lors de l'élaboration du plan de déplacements urbains, constitue une occasion d'élargir le débat vers une prise en compte globale des dysfonctionnements engendrés par la mauvaise cohabitation entre la fonction du trafic et les autres fonctions locales de l'espace urbain.

Désiré et *al.*, remarquent que, dans le territoire lillois, la répartition des compétences entre les communes (gestion de la circulation, du stationnement, éclairage public, forces de l'ordre...) et communauté (aménagement urbain et de la voirie) conduit à un manque de coordination entre

les nombreux services concernés et à une incohérence des actions prises par des acteurs impliqués dans l'aménagement du réseau et de l'espace public en termes de sécurité routière.

Les auteurs concluent que l'intégration des préoccupations de sécurité routière (parmi d'autres) dans la phase la plus « amont » du processus de production des espaces urbains est un des moyens de lutte contre l'insécurité routière. Une telle intégration pose bien entendu un certain nombre de questions relatives aux organisations, aux procédures, aux démarches d'étude, aux rapports entre acteurs, et des questions relatives aux métiers et aux cultures techniques (Désiré et *al.*, 2001).

2-2-1-3- Rôle de la demande sociale

Le rôle de la demande sociale en matière de sécurité routière constitue un sujet de questionnement spécifique, sous l'angle des modalités de la participation du public dans le cadre de procédures d'actions définies par la loi, des modes d'organisation et du poids des associations, des stratégies des collectivités locales en matière d'information, de concertation et même de participation à la production des projets d'aménagement. Cependant, la valeur « sécurité routière » n'est pas abordée comme un problème collectif au même titre que l'environnement par exemple, car encore perçue comme le problème du comportement des conducteurs. Il apparaît alors davantage comme une contrainte de service au public malgré l'existence d'une revendication. La portée réelle de celle-ci semble d'ailleurs davantage relever d'une demande d'amélioration de qualité de vie urbaine, de l'habitat urbain, dont la sécurité est une condition essentielle, que d'une volonté de voir réduit le nombre des victimes de la route. Le propos ici est donc davantage de rendre compte des formes de manifestations de cette demande que d'en analyser le sens profond. En règle générale, la demande de sécurité va jusqu'à la proposition d'aménagement, car en tant qu'automobiliste ou riverain, tout un chacun peut se prétendre compétent en matière de sécurité routière. Les équipements revendiqués visent la ségrégation spatiale des modes : pistes cyclables, respects des trottoirs... ou une ségrégation dans le temps dans les lieux de conflits : auxiliaires de police, feux tricolores... et lorsque ce qui précède n'est pas possible, à contraindre les véhicules par des ralentisseurs ou des limitations fortes. Ceci n'est pourtant pas toujours vrai. Dans le cas de point noir notamment, la demande peut n'être formulée qu'en termes d'arrêt des accidents, laissant aux techniciens le choix des solutions (Fleury, 1998).

L'analyse d'exemples a permis à Dominique Fleury de montrer que la demande de sécurité routière ne peut réellement exister que lorsque certaines conditions sont remplies (Fleury, 1984). Il précise alors que les revendications doivent être localisées ou personnifiées – par un

groupe ou une population à protéger – et ciblées vers un groupe responsable pour exister réellement. La fréquence des accidents en un point ou la médiatisation d'un événement tragique sur un lieu, peut mobiliser une population d'usagers ou d'habitants riverains se révoltant contre la fatalité de l'accident et réclamant des mesures de protection des victimes potentielles. Mais, le plus souvent la demande sociale ne s'appuie pas sur la connaissance des accidents. Elle n'en a qu'un ressenti. Elle reflète le sentiment du danger qu'ont les habitants qui s'intéressent à l'aménagement des lieux précis qu'ils sentent être les plus dangereux. C'est le cas de l'aménagement des sorties des écoles par exemple.

Les différentes associations locales portent les préoccupations d'environnement, de qualité de vie et de sécurité routière. Elles interviennent sur des thèmes qui se situent à l'interface de la sécurité des déplacements et de l'amélioration du cadre de vie (aménagement des zones 30 et partage de la rue, prise en compte des deux-roues, plan de déplacements urbains, etc.). L'objectif est d'agir pour un partage plus équilibré de la rue. Mais, les préoccupations des associations de sécurité routière dans la phase en amont de la conception sont souvent ignorées. Philippe Ménerault a révélé dans son approche des organisations institutionnelles locales de la sécurité routière, la faible participation des associations aux cellules commissions de sécurité routière (Ménerault, 1991).

De plus, l'insuffisance de la prise en compte de la sécurité dans les projets d'aménagement tient du faible impact de la « valeur » sécurité routière, qui doit se confronter et s'articuler avec d'autres valeurs : valeur patrimoniale, qualité urbaine, développement durable, protection de l'environnement, développement économique, valorisation foncière, fluidité du trafic, confort et agrément d'usage de l'espace public et de la voirie, demande sociale vis-à-vis des modes de transports non polluants, visibilité sociale et électorale de l'action publique, etc. Les choix adoptés en matière de sécurité routière par les décideurs sont aussi biaisés par des contraintes. Désiré et *al.*, montrent dans leur analyse du territoire que les collectivités locales de la métropole lilloise doivent en effet arbitrer entre les contradictions de la demande sociale, les spécificités de leur territoire communal et les enjeux du développement métropolitain. Ce qui fait qu'en matière de sécurité routière, elles ont tendance à privilégier des aménagements localisés plutôt que des réflexions générales. « Il y a des obstacles, notamment financiers, au traitement de la sécurité routière » (Désiré et *al.*, 2001).

2-2-2- - Système d'action : Quelles sont les perceptions des acteurs locaux en matière de sécurité routière ?

La sécurité routière bénéficie immédiatement d'une forte visibilité lorsqu'elle est associée à des politiques nationales, ayant un caractère sectoriel. À cette échelle, les acteurs mettent l'accent sur la faute humaine comme une cause principale des accidents. Leurs efforts sont centrés sur des mesures visant à modifier ou empêcher le comportement illégal des usagers du système de transport. Ces mesures de sécurité cherchent à sensibiliser les conducteurs, en manière d'alcool au volant, de port de la ceinture, de respect de distance de sécurité et des limitations de vitesse des véhicules. Elles sont définies sur la base de statistiques nationales et des résultats de recherches aujourd'hui bien établis. En revanche, de nombreux travaux et recherches (Fleury, 1998 ; Yerpez, 1998 ; Désiré et *al*, 2001 ; Hernandez, 2003 ; Fleury, 2005) ont montré, qu'en complément des mesures nationales, il existait un réel intérêt à réaliser des études locales de sécurité pour définir des actions de prévention précisément adaptées au contexte local, qui se révèlent particulièrement efficaces, en particulier dans le domaine de l'aménagement. En fait, l'évaluation de la sécurité routière au niveau local peut donner de nouveaux éléments nécessaires pour développer de nouvelles approches de la sécurité. Une telle évaluation entraîne une plus grande responsabilité des décideurs politiques dans le projet d'aménagement. Pourtant, la question de la sécurité est plus difficilement saisissable lorsque l'on se situe au niveau local. D'un côté, la sécurité routière émerge comme une valeur parmi beaucoup d'autres de la société civile. Elle n'est pas l'objectif primaire de l'aménagement urbain, au point de se trouver parfois ensevelie sous d'autres considérations politiques et urbaines. L'insuffisance de la prise en compte de la sécurité routière dans les projets d'aménagement tient au faible impact de la valeur de sécurité routière, qui doit se confronter et s'articuler avec d'autres valeurs.

L'organisation territoriale constitue un objet tout à fait significatif des difficultés d'articulation entre trois piliers de décision (politique, technique et citoyenne) que représentent les trois acteurs de l'aménagement urbain que sont l' élu, le technicien et l'usager. L'espace public qui réunit les trois acteurs se décline en outre sur un dédoublement sémantique, désignant à la fois l'espace public de la rue et l'espace public politique de la représentation. Chaque élu local a des objectifs propres aux qualités des territoires sur lesquels il a compétence, du fait des délégations et du découpage institutionnel. Du point de vue spatial, les structures communautaires obligent les élus à s'adapter aux réalités des territoires : ceux du centre-ville n'ont ni les mêmes préoccupations, ni les mêmes priorités que ceux de la périphérie.

Dans son analyse du système d'acteurs de la gestion locale de sécurité routière, Jean-Charles Désiré met en évidence la coexistence de deux types d'organisation des acteurs. Le premier est structuré autour de la déclinaison à l'échelle départementale de la politique gouvernementale de sécurité routière. Il est constitué des services de l'État qui assurent le pilotage et le Conseil Général qui supervise la mise en œuvre des législations et des normes publiées par le gouvernement. Ces acteurs privilégient l'approche comportementale de l'insécurité routière. Le second type de système d'acteurs se rapporte à la gestion du réseau viaire et à l'aménagement de l'espace public dans le cadre de l'amélioration la qualité de vie et la sécurité routière. Il contient les communes, les institutions locales (intercommunalité, communauté), les associations et les riverains concernés (Désiré et *al.*, 2001). Cette organisation institutionnelle tend à répartir les responsabilités et les compétences par domaines d'intervention et sur une culture et des pratiques techniques par discipline. Ces cloisonnements encouragent des politiques sectorielles à l'efficacité réduite. Dans son analyse de l'agglomération lilloise, Jean-Charles Désiré révèle que le croisement des compétences de l'organisation du réseau et de la gestion de l'espace public, entre la communauté urbaine « gestion de la voirie communale et communautaire » et les communes « pouvoir de police, espaces verts... » tend à isoler la sécurité routière dans le champ de l'ingénierie routière développée par les services techniques communautaires (Désiré et *al.*, 2001).

L'intervention des acteurs locaux en matière de sécurité est très complexe. Laurence Barrand, montre dans sa thèse deux types d'intervention des acteurs (le système d'actions) dans l'aménagement en matière de sécurité routière dans l'agglomération lilloise. D'une part, l'intervention qui représente le processus demande/réponse, il s'agit de satisfaire à une demande des usagers ou d'associations et transmise par le maire de la commune. Il convient alors, soit de valider le risque perçu en vue d'une mesure préventive, (c'est le cas de l'aménagement des sorties des écoles), soit de mettre en œuvre un aménagement susceptible de corriger un faible niveau de sécurité révélé suite à des accidents récurrents (le traitement des points noirs). D'autre part, le processus offre/réponse, par la mise en place des infrastructures des transports, peut être le moteur de l'aménagement. Les services techniques de la commune (circulation et voirie par exemple) peuvent être eux-mêmes à l'intérieur d'un processus de l'aménagement, à partir d'études globales qu'ils réalisent, à l'échelle d'une agglomération, autour de thèmes identifiés (accident de deux roues, traitement des entrées de villes, aménagement de zones 30, programme de modération de vitesse en ville), et qu'ils proposent à l'élue en lui présentant un dossier technique réalisé par ses ingénieurs. Il s'agit de négocier avec le décideur autour de la pertinence de l'aménagement proposé. Dans ce processus d'offre, la communication s'établit directement des services communautaires aux services communaux. L'implication du

public peut être utile dans ce contexte pour renforcer les choix pris au niveau de la commune. « Dans certains cas, le maire de la commune peut demander à établir une réunion publique qui vise l'information des administrés sur ses volontés d'aménagement plus que l'examen de leur point de vue. Cette réunion peut offrir une occasion pour les associations de réactiver des demandes portant par exemple sur la qualité de vie ou des possibilités de se déplacer à vélo. » (Barrand, 1997).

2-3- Concepts et outils techniques porteurs la sécurité routière

La sécurité routière, à un niveau plus global, ne peut pas se déduire de la seule analyse de cas d'accidents, car elle doit aussi prendre en compte de possibles modifications d'organisation de la circulation et des modifications substantielles des situations à l'origine des accidents. L'intégration de l'objectif de la sécurité routière dans l'aménagement urbain est une démarche très difficile, les observations effectuées mettent en évidence que les difficultés et les blocages se situent évidemment aux niveaux les plus globaux de la gestion urbaine (Désiré et *al.*, 2001). Certains des outils techniques de référence peuvent bien sûr être directement liés à la sécurité routière, mais le plus souvent, ils sont liés aux autres valeurs et objectifs de l'écomobilité et du développement durable. L'enjeu de l'intégration passe par des concepts, des principes et des outils techniques opérationnels. La sécurité n'est pas un objectif directement applicable à un niveau global mais nécessite de passer par des principes, des concepts qui la rendent opérationnelle. L'analyse de relations entre les objectifs au niveau global et les objectifs opérationnels peut aider à comprendre le mécanisme de la mise en œuvre des objectifs généraux.

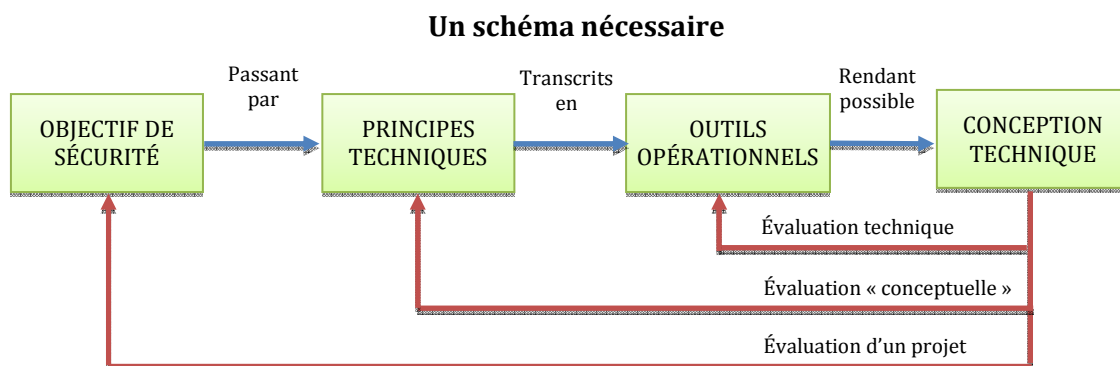


Figure 13, Concept de l'intégration de la sécurité routière dans l'aménagement. Source : Fleury 2005

Il est possible de penser un cycle partant d'objectifs généraux de sécurité (découlant des dysfonctionnements observés ou prévisibles), passant par une conception de principe pour améliorer la prévention (niveau de ségrégation et d'intégration, niveau cible de vitesse, place des différents modes...), puis par le choix d'outils adaptés à ces principes (zone 30, boulevards urbains, voie rapide...), puis par une conception intégrant la sécurité (conception adaptée d'un aménagement, d'un projet urbain, d'un PDU...). La sécurité à un niveau global et opérationnel ne peut se décliner qu'au travers de principes, de techniques spécifiques qu'il est alors nécessaire de discuter.

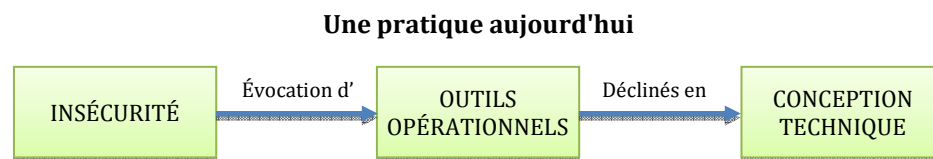


Figure 14, la prise en compte de la sécurité par des outils techniques de l'aménagement. Source : Fleury, 2005.

Pour caricaturer cette démarche, les acteurs vont généralement privilégier un objet ou un outil technique : « il faut faire un tramway », « il faut faire des zones 30 », « il faut faire un réseau cyclable ». Puis, ces envies techniques vont se confronter pour s'évaluer mutuellement, pour évoluer, pour se rejeter ou se combiner, pour enfin construire un projet global. Dans la pratique, les acteurs locaux privilégient des outils techniques dans le processus de la conception. Le choix de ces outils s'appuie sur le « bon sens ». « il faut faire un tramway », « il faut faire des zones 30 », « il faut faire un réseau cyclable », « il faut hiérarchiser le réseau »... pour l'amélioration de la sécurité routière (Hernandez, 2003, Fleury, 2005).

2-4-1- Ségrégation des modes et des flux

La ségrégation du trafic consiste à créer, dans un même espace, des réseaux différenciés par mode, en spécifique par leur aménagement, sans connexion entre eux. Elle permet d'assurer l'homogénéité des flux du trafic. Mais elle n'est pas applicable systématiquement pour deux raisons. En premier lieu, ce principe est un consommateur d'espace. Dans les tissus urbains anciens, les largeurs des voies du réseau préexistantes sont souvent insuffisantes à sa mise en pratique. Les contraintes de leur application entraînent d'importants surcoûts, car il faut concevoir des passages dénivelés en pente douce et suffisamment spacieux pour être attractifs. En second lieu, des critiques se sont élevées très vite à l'encontre de ces principes car ils conduisent à un urbanisme peu flexible, créant des formes urbaines monotones. De plus ces voies ne facilitent pas le repartage spatial et il est difficile d'assurer une desserte de transports en commun dans ces espaces souvent peu denses. D'un point de vue urbanistique, ce principe

fonctionnaliste conduit à la coupure urbaine par la dissociation du réseau de son environnement et l'isolement des quartiers (Fleury, 1998).

2-4-2- Hiérarchisation des voies

Ce principe est utilisé pour décrire le fait d'assigner une fonction principale à une voie. La spécification de plus en plus fine des fonctions conduit à une hiérarchie aux niveaux de plus en plus nombreux. Elle est souvent associée à la ségrégation des modes en permettant d'organiser la circulation automobile. Il est ainsi présent dans la plupart des théories urbaines comme celle utilisée lors du plan de RadBurn en 1928 ou celle de Wright, ou fonctionnaliste à la suite de Le Corbusier. Dans le rapport Buchanan de 1963, ce concept est utilisé pour distinguer les voies de fort trafic des voies mineures destinées à l'accès aux habitats. Cette distinction a pour but d'assurer l'efficacité des routes principales en matière de circulation. Mais la notion de vie locale est importante avec la création de « zones d'environnement » préservées du trafic. Dans le rapport de Buchanan il n'y a aucune notion de valeur mais plutôt une classification des voies en fonction de leur usage principal. Buchanan distingue alors trois niveaux de voie et des zones d'environnement.

Cependant, si Le Corbusier en reconnaissait sept dans le projet de Chandigarh, les approches les plus courantes ne retiennent que trois ou quatre niveaux. Le rapport OCDE de 1979 fait référence à la « hiérarchisation fonctionnelle » utilisée en Grande-Bretagne :

- Les voies distributrices primaires, elles constituent les voies structurantes du réseau et de la ville. Elles assurent les flux principaux entrants ou sortants de la ville et internes à la ville ;
- Les voies distributrices de quartier, elles forment le lien entre les différents quartiers et lien entre le réseau primaire et les voies locales ;
- Les voies distributrices locales, elles assurent la circulation à l'intérieur des quartiers et doivent normalement fournir un accès direct aux habitations (OCDE, 1979).

La structuration généralement admise en France retient cinq catégories : les voies rapides à caractéristique autoroutières, les voies artérielles, les voies de distribution, les voies de desserte locale primaire et les zones de circulation apaisée (CERTU, 1998).

Dans sa thèse M. Millot, a décliné l'organisation des réseaux selon quatre modalités, un réseau non hiérarchisé, un réseau moyennement hiérarchisé, un réseau très hiérarchisé et un réseau avec séparation du trafic. Elle fait référence d'une part à la hiérarchisation du réseau et d'autre part à sa connexité (Millot, 2003).

De plus, cette conception hiérarchisée du réseau induit un modèle urbain dans lequel la voie structurante entoure le quartier. Ce modèle a explicitement servi de référence dans la planification urbaine et lors de la conception de nombreux quartiers nouveaux. Elle a contribué à enserrer des espaces souvent monofonctionnels (résidentiels, commerciaux, artisanaux ou industriels) dans des routes qui en constituent des frontières. Son utilisation dans le traitement de quartiers anciens a entraîné des situations paradoxales et dangereuses : lorsqu'un quartier s'est développé à partir d'une voie importante, celle-ci supporte très souvent de nombreuses activités de commerces, de service ou de loisirs ; les techniques routières tendent à y imposer la circulation d'importants flux de véhicules (Fleury, 1998).

La hiérarchisation conduit également à la création de stéréotypes dans le traitement de l'espace. Dominique Fleury souligne que l'application de ces modèles pré-dessinés dans des catalogues n'incite pas à la prise en compte des spécificités des lieux ni à celle de l'histoire de son développement ; d'autant que la notion de hiérarchie des voies est associée à l'urbanisme fonctionnaliste défendu lors de CIAM et appliquée en France dès l'après-guerre. Ce type de morphologie a montré ses limites et a induit des effets de ségrégation tant spatiale que sociale.

2-4-3- Intégration des modes et des usages dans le traitement de l'espace public

Vers le milieu des années soixante-dix, alors que les villes étaient progressivement envahies par l'automobile et en réaction aux inconvénients du concept de la répartition fonctionnelle des espaces urbains, il émerge une solution alternative basée sur le concept hollandais de « Woonerf », ou « cour urbaine » (Fleury, 1998). Il s'agit d'un aménagement de la rue qui permet à la fonction habitat de prendre le dessus sur la circulation. L'automobile n'y est pas exclue, mais la priorité est donnée au piéton et l'aménagement permet de réaliser diverses activités. L'objectif général du Woonerf est de permettre la coexistence de l'ensemble des usagers d'un même espace urbain dans le double objectif d'une bonne sécurité et d'une meilleure qualité des quartiers par la priorisation des piétons. La conception de Woonerf de la ville de Delft aux Pays-Bas repose sur la cohabitation des divers usagers de la route, un principe qui est rendu possible grâce à la réduction de la vitesse de tous les usagers de la voirie à l'aide de dispositifs physiques (Fleury, 1998). Étant donné que ce modèle sera aménagé dans des secteurs déjà construits, il sera plus facile de rattacher les nouveaux aménagements à la trame existante ce qui donnera à la fois un caractère public et collectif à l'espace. L'application de ces principes est observable dans de nombreuses villes d'Europe du Nord mais aussi en France où Chambéry notamment a fait figure d'exemple. Cependant, ces idées ne s'appliquent alors qu'aux voies de desserte puis dans

les centres-villes où les niveaux de trafic sont limités. Ce n'est qu'à la suite des expérimentations entreprises dans le cadre de l'opération « ville plus sûre, quartiers sans accidents » qu'ils seront étendus à des voiries supportant des flux importants. Les évaluations ont montré une baisse moyenne de 60 % du nombre d'accidents dans les zones traitées ainsi qu'une réduction des vitesses moyennes et excessives pratiquées (CERTU, 1990).

2-4-4- Partage de la voirie

Le partage de la voirie est aujourd'hui une notion privilégiée en France pour la sécurité, l'intermodalité et le développement de l'écomobilité. L'idée du partage de la voirie, laissant à chaque mode un espace à disposition, est également développée en France. Cette répartition de l'espace est parfois critiquée car niant la globalité du traitement urbain. Cependant elle est une manière d'affirmer la prise en compte de tous les moyens de déplacements (TC, voiture, bicyclette, marche). C'est surtout le déplacement cycliste qui est aujourd'hui promu fortement du fait de la nature et de l'importance de la demande sociale. Cette création du réseau a pour vocation d'inciter à un transfert modal vers les modes doux. Cependant la littérature ne tranche pas de façon claire sur l'efficacité des pistes et des bandes cyclables en ville, du fait du report des accidents, là où s'arrête l'aménagement, c'est-à-dire en carrefour. De façon plus large, la question de l'intermodalité est importante dans le développement urbain futur. Parler de complémentarité d'usage des modes peut inciter à une gestion plus cohérente des infrastructures et des réseaux. Au-delà de ce point de vue, il est difficile d'évaluer l'impact d'un tel principe sur la sécurité, avec d'un côté un accroissement de l'hétérogénéité des usages et de l'autre, une réduction espérée de la circulation automobile.

2-4-5- Zone de circulation apaisée

La gestion du trafic a été très vite intégrée par les aménageurs comme un outil de prévention des accidents. Actuellement en France, la sécurité de la circulation est assurée par la modération de la vitesse (CERTU, 1997). À l'évidence la littérature propre à la sécurité routière a produit de très nombreux résultats montrant l'efficacité de cette mesure en des lieux définis.

Les zones de circulation apaisée (la zone 30, la zone de rencontre et l'aire piétonne) sont utilisées en France pour organiser le partage de la rue. La rue accueille différents usagers, activités et fonction, qui coexistent plus ou moins aisément. La modération des vitesses est un des outils les plus efficaces pour résoudre les conflits d'usage et favoriser la mixité entre modes de déplacements, tout en assurant les conditions de sécurité indispensables. La zone 30 est l'ensemble de sections du réseau constituant une zone affectée à la circulation de tous les

usagers. Dans cette zone, la vitesse des véhicules est limitée à 30 km/h, toutes les chaussées sont double sens pour les cyclistes sauf dispositions différentes prises l'autorité investie du pouvoir de police. L'entrée et la sortie de cette zone sont annoncées par une signalisation et l'ensemble de la zone est aménagé de façon cohérente avec la limitation de vitesse applicable. L'aménagement en zone 30 des voies de desserte locale assure la fonction de la vie locale et est à la fois utilisé pour améliorer la sécurité routière. La zone de rencontre constitue les sections autorisées à tous les usagers. La vitesse des véhicules est limitée à 20 km/h, sur ces axes une priorité sera donnée aux piétons qui peuvent circuler sur la chaussée. La zone de rencontre est un concept qui vise une meilleure cohabitation de l'espace public pour tous. Elle assure la mixité de différents usagers et favorise la protection des usagers vulnérables. L'aire piétonne constitue l'ensemble des voies affectées à la circulation des piétons. Elle est interdite à la circulation de véhicules. Elle est généralement implantée où les activités de proximité sont fortement développées, elle crée un espace favorisant la vie locale.

2-4-6- Boulevard urbain

Aujourd'hui, le concept de boulevard urbain se développe en France. Il permet des traitements – souvent de grande qualité urbaine – de grandes infrastructures non isolées de leur environnement. Tandis que les zones 30 et les zones de rencontre sont réservées aux voies moins circulées. Le concept de boulevard urbain dépasse la simple insertion paysagère d'une voie supportant un trafic important pour l'intégrer véritablement dans le tissu urbain et permettre l'expression d'une vie locale riveraine (CERTU, 1998).

Il peut tout autant remplir une fonction de pénétrante ou de contournement, traverser un tissu industriel ou une zone résidentielle, un quartier constitué ou encore un tissu faiblement construit. À l'échelle de l'agglomération, les boulevards urbains jouent un rôle important dans le développement urbain du point de vue des déplacements, en facilitant les liaisons entre les parties éloignées. Dans la hiérarchie des voies, le boulevard urbain appartient donc à la famille des artères urbaines où les vitesses doivent être maîtrisées. À l'échelle du quartier, ils sont ainsi à même de jouer un rôle prépondérant tant dans la reconquête de quartiers en déshérence – particulièrement en périphérie – que pour anticiper le développement de nouveaux quartiers par la prise en compte des différentes fonctions urbaines – habitat, activités, commerces ou loisirs. À l'échelle de la parcelle, ils assurent l'accès entre les deux côtés de la voie. Cette accessibilité et les conditions de construction des bâtiments limitrophes constituent les éléments influençant l'aménagement des boulevards urbains.

CHAPITRE 3

AMÉLIORER LA SÉCURITÉ PAR L'ANALYSE DES ACCIDENTS

La question de la gestion du réseau est liée au caractère dynamique des voies urbaines mais aussi à la nature de l'accident de la circulation. En effet, celui-ci doit être compris comme le symptôme d'un dysfonctionnement du système complexe de circulation. Pour mieux appréhender cette complexité et ce qu'elle sous-tend, il convient de revenir sur les théories de l'accident. Les connaissances sur la sécurité routière reposent, en amont, sur l'étude des accidents recensés. L'amélioration de la sécurité routière est obtenue par l'analyse du risque routier dont l'observation des accidents est le premier maillon de la chaîne de traitement. Pour cela, il nous paraît indispensable d'exposer dans ce chapitre le diagnostic de sécurité qui vise à dresser un bilan de l'insécurité constatée sur un territoire. Il s'inscrit dans une démarche globale de sécurité routière.

Si certaines stratégies de prévention des accidents de la circulation routière reposent sur l'inflexion des comportements de conduite par une approche réglementaire et répressive, les accidents ne sont pas seulement dus à des comportements illégaux. Ils peuvent également résulter de problèmes de perception et de compréhension de l'environnement routier qui conduisent à adopter un comportement inadéquat à la situation. La sécurité routière doit donc être prise en compte aussi par les concepteurs et gestionnaires du système de circulation. Il est donc important de représenter la notion de régulation du système de circulation. Cette régulation s'effectue de l'intérieur par les usagers et de l'extérieur par les gestionnaires du système. Il est alors possible de lire l'accident comme le résultat d'un manque de cohérence du système de circulation pris dans sa totalité. Enfin, pour mieux saisir le lien entre la hiérarchisation du réseau et le risque routier, de manière à bien l'intégrer à notre démarche spatiale, la question des effets de l'urbanisme, de l'organisation du réseau et de l'aménagement de l'espace urbain sur l'insécurité routière sera présentée dans ce chapitre.

3-1- Différentes théories de l'insécurité routière

Des nombreuses approches explicitent les accidents et l'intervention des politiques et les actions prises en termes de lutte contre l'insécurité routière. Des théories de l'accident ont été développées dans l'histoire, elles conditionnent l'appréhension des accidents et par conséquent les modèles d'analyse de ces accidents (Häkkinen, 1979). Les différentes théories ont été citées dans diverses recherches et travaux (Häkkinen, 1979, Badr, 1991, Fleury, 1998). Ces théories et modèles interprétatifs ont été commencés avec la notion de la fatalité des accidents. Cette théorie explique l'accident en tant que phénomène survenu par hasard et qu'il est impossible d'éviter. Dans ce contexte de fatalité, les actions prises pour la prévention des accidents visent à la diminution de la gravité des accidents, par l'amélioration des mesures de protection ce qui fait partie d'une sécurité secondaire.

Dans les années trente, l'idée que l'accident puisse avoir une cause unique commence à émerger. La prévention des accidents sera de supprimer toutes les causes de tous les accidents survenus. Cette approche introduit la notion de causalité pour appréhender les accidents et la possibilité de la mise en œuvre d'actions de prévention. Mais, les actions à entreprendre selon cette approche révèlent assez vite la difficulté de sa mise en pratique et de réagir sur chaque accident. De plus, cette démarche d'intervention ne garantit pas contre d'éventuels effets pervers résultant d'une action (Fleury, 1998).

La théorie de la propension aux accidents constitue une continuité de la démarche monocausale, elle considère que certains groupes d'individus ont un niveau plus élevé de risque d'être impliqués dans les accidents. Elle s'appuie sur les analyses statistiques pour décrire les caractéristiques de ces individus et leur implication dans les accidents. Les actions sous-tendues par cette approche sont orientées sur des groupes d'individus plus impliqués dans les accidents. Elles consistent soit à l'exclusion de ces individus de la circulation, soit à les forcer à améliorer leur conduite (formation, sanction).

Au cours des années soixante, la recherche en sécurité routière évolue vers la reconnaissance de la multicausalité. Selon cette approche, l'accident résulte de la combinaison de plusieurs facteurs. Les actions entreprises sur les phénomènes de l'insécurité routière nécessitent une analyse, une connaissance et une prise en compte de l'ensemble de ces facteurs. Cependant, cette démarche a besoin de grands efforts pour concevoir une base de données nécessaire à l'analyse et qui ne sont souvent pas disponibles.

C'est pourquoi une approche systémique a été introduite. Cette démarche s'appuie sur la circulation qui est définie comme un système à trois composantes Homme – Véhicule – Environnement. Le « système statique » est considéré comme une boîte noire, avec les éléments d'entrée tels que les variables descriptives de l'état du système, les actions entreprises et des éléments de sortie tels que le niveau de sécurité. Selon cette approche la réponse à une question spécifique de la sécurité routière nécessite un nombre très important d'observations pour analyser et lister l'influence des facteurs accidentogènes.

L'approche la plus récente de l'analyse de l'accident est celui dit : « système dynamique ». Elle débute notamment avec les travaux d'Asmussen à la fin des années soixante-dix. Elle consiste à prendre en compte les caractéristiques dynamiques du système de circulation et les circonstances de l'accident qui est défini dans cette approche comme un symptôme des dysfonctionnements du système de circulation et du système urbain. L'analyse des accidents nécessite une approche plus globale qui prend en compte plus en amont les déterminants de l'analyse à différents niveaux.

3-2- Diagnostic de sécurité routière

Le diagnostic de sécurité routière constitue une étape qui précède toutes les actions mises en œuvre en termes de sécurité routière. Il permet de déterminer quantitativement ou qualitativement les facteurs de l'insécurité routière sur un territoire afin de détecter les lieux dangereux ou d'identifier les facteurs de l'insécurité. La prise en compte des facteurs explicatifs (la forme urbaine, la morphologie du réseau viaire, l'aménagement des voies, les flux du trafic, la répartition des activités sur le territoire, et les caractéristiques socio-économiques des quartiers ou des usagers de l'espace public...) rend le diagnostic plus efficace pour améliorer le niveau de sécurité routière. Les contraintes limitant ce type d'investigation sont la disponibilité des moyens pour le mettre en œuvre. Différents modes de diagnostic sont utilisés, comme la recherche de points noirs et les études d'itinéraire et une approche intégrée de la sécurité routière.

3-2-1- Analyse des points noirs

L'analyse de l'aménagement de sécurité routière s'enrichit de réflexions plus larges, elle s'est complexifiée en incluant l'analyse de l'accident dans l'élaboration des actions à entreprendre. Ces analyses diagnostiques qui ont l'avantage de prendre en compte l'influence de l'environnement routier sur l'insécurité routière se sont d'abord attachées à la résorption des

points noirs (Fernandez et *al.*, 1979). Cette analyse permet de détecter les éléments qui conduisent au dysfonctionnement dans les « zones d'accumulation » des accidents du réseau routier (intersection, entrée de la ville...).

Le traitement de l'insécurité routière consiste à apporter une solution technique à des problèmes que les statistiques ou la demande sociale font émerger. Les actions entreprises correspondent à des actions types conformes aux dossiers guides existants ou des solutions *ad hoc* résultantes d'une analyse fine des configurations spécifiques. Les solutions techniques utilisées sont issues de l'organisation de la circulation et des voiries (régulation physique, feu tricolore, signalisation...). L'approche par point noir est efficace sous réserve que leur détection soit bien associée à la notion de risque et pas seulement à celle d'accumulation d'accidents. En effet, selon le sens commun, les points noirs sont les sites où les accidents ont tendance à se répéter. Or, le point noir se définit surtout comme une zone à risque élevé par rapport à une valeur moyenne et considérée comme normale. Généralement, la relation entre le nombre d'accidents et le trafic permet de déterminer si l'insécurité constatée est à relier aux particularités locales du site. Cette démarche se marque par une forte efficacité et une bonne rentabilité. En effet, des opérations correctives simples permettent de réduire substantiellement le nombre d'accidents pour un coût relativement modéré (Fleury, 1998). Malgré l'efficacité de cette approche dans la prévention des accidents, elle ne traite pas les événements diffus dans l'espace et elle est fortement sensible au risque de migration des accidents d'un lieu vers un lieu voisin. C'est pourquoi une approche par itinéraire (Fernandez et Fleury, 1982) a permis de mettre au point les méthodes de diagnostic transmissibles dans le réseau technique opérationnel et des principes d'aménagements.

3-2-2- Intégration de la sécurité par le traitement d'un axe urbain

Elle s'appuie sur un traitement en continu d'un axe de circulation. Ce peut être une rue, un boulevard, une avenue, une pénétrante, une entrée de ville. Elle se base sur la prise en compte de la fonction de l'axe et de son environnement. Les difficultés de l'application de cette approche et les contraintes lors de la définition de l'aménagement résultent de la diversité des fonctions que l'on peut observer sur le même axe. Le plus souvent, il est nécessaire de traiter les différentes fonctions du lieu (transit, liaisons interquartiers, activités riveraines) et les différents modes de transport pratiqués. L'aménagement de l'axe a pour objectif d'améliorer la cohérence entre les solutions proposées pour traiter l'insécurité routière et la fonction spécifique de la voie. Là, les tentatives sont pour intégrer la sécurité routière dans les projets de traitement de l'espace public en prenant en compte le trafic (flux, volume), la morphologie de la voie et

l'environnement urbain. Lors de l'aménagement d'un itinéraire, les actions entreprises influent sur les formes urbaines limitrophes. Ce qui nécessite de se renseigner sur les activités et les fonctions du milieu traversé.

L'approche par itinéraire peut être un bon outil d'application du concept de lisibilité de la route. Des travaux de recherche ont mis en place une méthodologie pour « aménager les traverses de petites agglomérations en application du principe de lisibilité de la route » en reposant sur un diagnostic de la vie locale (activités, stationnement, équipement, etc.), de l'insécurité, des vitesses pratiquées et des flux de véhicules. L'étude fournit aussi un nombre important d'exemples d'aménagement de l'espace, qui favorisent soit des fonctions de transit (aménagement d'une route), soit des fonctions d'usage et de vie locale (aménagement d'une rue) et dans les deux cas des préoccupations de sécurité (Dubois-Taine, 1987).

3-2-3- Approche globale de la sécurité routière

L'approche globale de la sécurité routière s'est développée dans les années quatre-vingt. Elle donne une vision d'ensemble de l'insécurité vécue sur un vaste territoire : une ville ou un département. Cette approche intégrée de la sécurité routière s'appuie sur l'analyse d'un territoire qui doit être étudié et considéré comme un ensemble, la sécurité routière est une préoccupation parmi d'autres pour les actions à entreprendre et elles doivent être combinées entre elles pour avoir une meilleure efficacité (Fleury, 1998). La démarche constructive de la sécurité routière a émergé en parallèle de l'introduction des nouvelles valeurs comme la préservation de l'environnement, le développement économique et l'amélioration la qualité urbaine. L'analyse de la planification et de l'organisation des déplacements permet de comprendre la place que tient la prévention des risques routiers dans ces processus. Généralement, la sécurité routière doit être intégrée, en amont, parmi d'autres préoccupations de la planification urbaine et de déplacements. La méthodologie la plus courante est de réaliser un tableau de bord de l'insécurité, qui est un pré-diagnostic de la situation à améliorer, avant d'étudier les caractéristiques et les dynamiques économiques, sociales, spatiales de la zone d'étude et du réseau de circulation. La notion « d'approche globale » dans le sens d'une étude sur des espaces plus vastes a été une étape logique dans les interrogations des chercheurs travaillant dans le domaine de la sécurité routière. Elle s'est développée dans les années quatre-vingt, elle donne une vision d'ensemble de l'insécurité vécue sur un vaste territoire : une ville ou un département (Fernandez et *al.*, 1988). L'élargissement du domaine de réflexion des acteurs locaux de la sécurité routière à des domaines d'intervention annexes au leur (traitement qualitatif de l'espace public, organisation multimodale des transports, lutte contre les nuisances

environnementales), rend pertinent le débat sur la recherche d'une intégration de la sécurité routière à la gestion urbaine (Désiré et *al.*, 2001). Certaines villes se sont singularisées par des réalisations souvent innovantes, comme Lille, Rennes, Lorient, Chambéry, et d'autres. Mêmes dans ces villes connues pour leurs actions innovantes en matière de sécurité, cette dernière ne semble pas une préoccupation prioritaire dans les PDU, si ce n'est à être intégrée dans le diagnostic et, au mieux, parmi les objectifs chiffrés à atteindre. Il faut toutefois reconnaître que la sécurité routière est souvent traitée à l'aide d'outils techniques d'aménagement. Un certain nombre d'aménagements sont utilisés par les aménageurs, de façon assez récurrente pour améliorer la sécurité des déplacements. La conception de la « boîte à outils » de sécurité routière s'inscrit dans ce contexte. Par exemple, les aménagements qui sont utilisés pour modérer la vitesse afin de résoudre les conflits d'usages et favoriser la mixité entre modes de déplacement, tout en assurant les conditions de sécurité indispensable. Des chicanes et des plateaux sur les voies rectilignes sont souvent utilisés ; le traitement des grandes voiries urbaines, avec notamment la réduction des emprises de chaussées – de 2x2 voies à 2x1 voie – et leur transformation en boulevards urbains, est un procédé devenu courant dans les objectifs de modération du trafic et de baisse des vitesses. Aujourd'hui, le concept de boulevard urbain se développe en France. Il permet des traitements – souvent de grande qualité urbaine – de grandes infrastructures non isolées de leur environnement. Tandis que les zones 30 et les zones de rencontre sont réservées aux voies moins circulées. Ces outils sont des aménagements qui font consensus pour modérer les vitesses, apaiser la circulation automobile, éviter le trafic de transit et également pour donner une place plus large aux usagers vulnérables (piétons et vélos).

3-3- La régulation du système vers une approche intégrée de la sécurité routière

Le système de circulation lors de l'analyse de la sécurité routière est souvent considéré comme un système élémentaire à trois composants usager/véhicule/environnement routier. Cependant, il est un système dynamique complexe (Asmussen, 1984), car en plus du système technique, il s'agit d'un système social aux interactions nombreuses. La régulation du système s'effectue en double niveau par les usagers (microrégulation) et par les acteurs locaux, gestionnaires du système (macrorégulation) (Fleury, 1998).

La microrégulation considère l'utilisateur en tant qu'opérateur, et l'analyse de l'insécurité est liée au fonctionnement de cet opérateur : saisie d'information, traitement, décision, action. Dans cette approche l'insécurité routière se définit comme un résultat de la perte d'information de l'utilisateur lors de déplacements dans l'environnement routier. Dans la pratique, des modèles se sont basés

sur la description des phases de l'accident pour le diagnostic de l'insécurité routière pour intégrer la sécurité routière dans les politiques urbaines. Asmussen dans le rapport OCDE sur les « politiques intégrées de sécurité routière », propose un modèle en phase de l'analyse de l'accident couvrant des niveaux ayant des activités sociales et des besoins de déplacement jusqu'à la récupération après les soins (OCDE, 1984). Ainsi certains chercheurs de l'IFSTTAR (Ex-INRETS), adoptent le modèle d'analyse en phase de l'accident qui a été opérationnalisé par l'étude détaillée de l'accident (EDA), entreprise dans la région de Salon-de-Provence (Ferrandez et *al.*, 1986). Il permet d'expliquer les différentes séquences d'événements qui ont conduit à l'accident : les conditions générales qui décrivent les caractéristiques du déplacement (mode, motif, itinéraires), la situation de conduite (l'utilisateur quelques instants avant l'accident), d'accident (une interruption dans la progression de l'utilisateur, créée par un élément qui survient brusquement), d'urgence (les quelques secondes précédant l'impact ou son évitement) et de choc. Chaque niveau de cette analyse en phase permet de mettre en évidence le dysfonctionnement du système urbain qui conduit aux situations accidentogènes.

L'analyse de l'insécurité routière selon le modèle en phase met en évidence la complexité des relations entre l'urbanisme et la sécurité routière résultant des nombreux éléments qui se superposent à différents niveaux. Cette complexité peut être expliquée par les contraintes physiques, la morphologie et la diversité de l'offre de transport qui conditionnent les déplacements (vitesse, mode, motif), les usagers de l'espace public et leurs comportements. Également, la distribution des activités sur le territoire, les caractéristiques socio-économiques des usagers, et la variété des caractéristiques des environnements traversés par la voie peuvent contribuer à cette complexité. L'accident peut être lu comme le résultat d'un manque de cohérence entre l'urbanisme, l'organisation du réseau viaire et la gestion de la circulation d'une part et l'interprétation de l'utilisateur de l'espace urbain d'autre part (Fleury, 2005).

La macrorégulation du système est effectuée au niveau global par les gestionnaires. Elle est définie par les actions des acteurs locaux et leurs services (élus, techniciens, services juridiques, forces de l'ordre, les usagers et tous les acteurs qui tentent d'adapter le système pour un meilleur fonctionnement). Selon Dominique Fleury, il est possible d'établir un parallélisme entre les niveaux des actions sur l'espace urbain réalisées par ces acteurs et les niveaux décrivant les comportements des usagers ainsi que les dysfonctionnements urbains observables (Fleury, 1998).

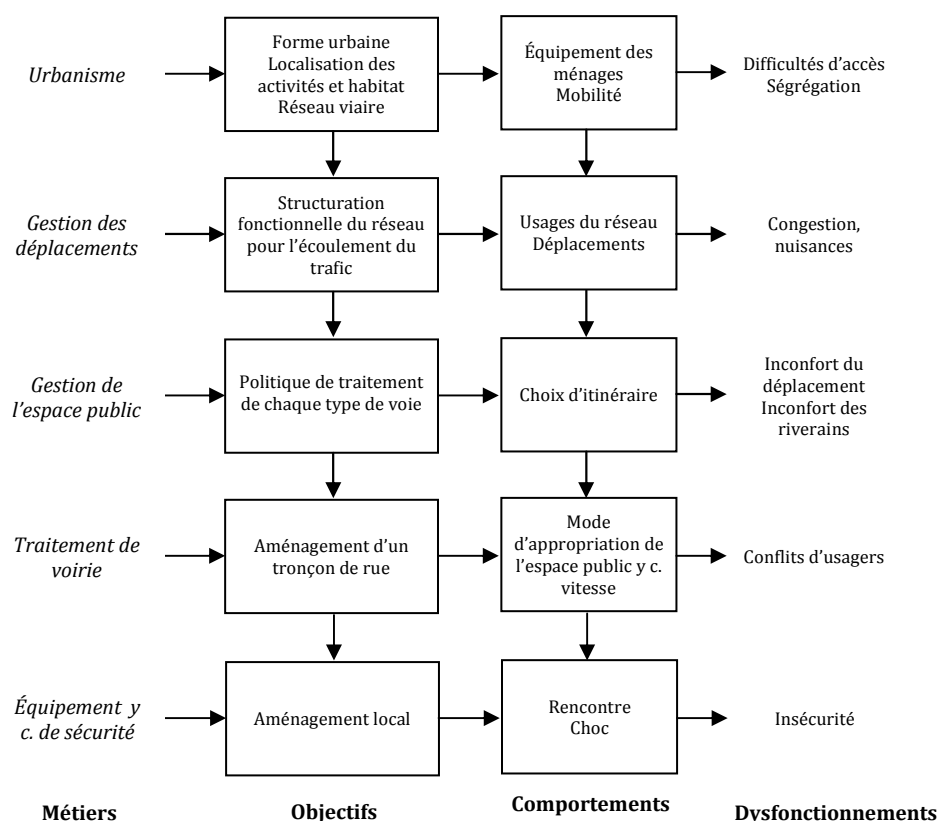


Figure 15, Métiers, niveau d'action des gestionnaires, comportement des usagers et dysfonctionnements urbains. Source : Fleury, 1998, p. 116.

Au travers de ce schéma, apparaissent différentes sources d'influence : l'urbanisme d'une façon générale, la gestion des déplacements, la gestion de l'espace public, le traitement de voirie, et l'exploitation du réseau. La structuration fonctionnelle du réseau relève l'urbanisme et la gestion des déplacements qui sont faits. Le traitement de l'ensemble des voies et de l'espace public en général, l'aménagement plus local d'une rue renvoient ensuite à l'organisation du réseau et aux différentes formes urbaines. « La macrorégulation atteindra son but si et seulement si elle favorise la microrégulation du conducteur et des piétons. Pour cela, elle doit permettre une compréhension rapide des situations, permettre des marges d'erreur suffisantes, permettre une bonne gestion des contraintes temporelles. Elle doit donc être capable d'anticiper l'évolution des comportements pour avoir une action efficace. Du point de vue de la sécurité, les stratégies d'actions doivent reposer sur une prise en compte de l'acceptabilité sociale des mesures à mettre en œuvre » (Fleury, 2005). Adopter un point de vue systémique de la circulation conduit ainsi à mettre en place des stratégies adaptées de sécurité routière, susceptibles de coordonner différentes modalités d'actions et de résoudre les conflits pouvant apparaître, il fait donc intervenir plusieurs acteurs, plusieurs métiers, plusieurs disciplines. Un parallèle entre les niveaux d'actions des « gestionnaires » du système de circulation et les niveaux décrivant les comportements des usagers tels qu'ils peuvent apparaître et être ordonnés lors de l'analyse d'un accident a pu être établi. Il révèle également les dysfonctionnements urbains observables.

3-4- L'influence de l'urbanisme et l'organisation du réseau sur l'insécurité routière

Pour mieux analyser le lien entre la hiérarchisation du réseau et le risque routier de manière à bien l'intégrer à notre démarche spatiale, il est important de présenter l'influence de l'urbanisme et de l'aménagement des espaces sur l'insécurité routière qui vise à dresser un bilan de l'insécurité constatée sur un territoire.

3-4-1- Quelle influence de la forme urbaine sur le risque routier ?

Le lien entre le développement urbain et l'insécurité routière est très complexe. Cette complexité peut être liée à la forme de l'espace urbain, à l'organisation du réseau viaire, aux choix modaux de déplacement, le traitement de la voirie et aux caractéristiques socio-économiques des riverains de l'espace urbain. Les formes urbaines reflètent le développement urbain. De ce fait, l'analyse des effets de formes urbaines sur l'insécurité routière traduit le lien entre l'urbanisme et l'insécurité routière. En outre, la densité de la ville, la redistribution des activités, l'importance du réseau viaire et l'augmentation des déplacements automobiles s'inscrivent aussi dans cette réflexion. Les choix de planification urbaine ont un impact sur les possibilités d'aménagement de l'espace *a posteriori*. Ces choix influencent le niveau de sécurité routière comme le montre Marine Millot dans sa thèse : « Si l'aspect "réseau" des espaces urbains a effectivement une influence forte sur les problèmes de sécurité, ce que montrait la littérature, il n'est pas le seul. D'autres propriétés sont à prendre en compte comme le traitement de l'espace public, l'environnement dans lequel évoluent les usagers, et les interactions entre ces différents éléments sont également importantes. » (Millot, 2003)

La densité urbaine peut influencer le risque, puisqu'elle a des effets sur l'efficacité du transport en commun, l'utilisation de l'automobile et la distance de déplacements (Dupuy, 2002) qui ne sont pas favorables à la sécurité routière. Des recherches ont été basées sur la comparaison de l'insécurité routière de nombreuses villes dont leurs développements urbains sont différents. Une étude de l'Institut allemand d'urbanisme (Apel, Kolleck et Lehmbrock, 1989 *in* Brenac et Millot, 2001) a porté sur la comparaison de l'insécurité routière en fonction de divers éléments liés aux caractéristiques spatiales, aux configurations du réseau, aux caractéristiques sociodémographiques de quatre-vingt-onze villes (de 60 000 à 150 000 habitants). L'indicateur du risque routier a été le nombre de victimes corporelles rapportées à la population dans un jour ouvrable de la ville concernée.

Cette étude montre que le risque routier est fortement corrélé avec la densité démographique de la ville. Les villes les plus compactes ont un niveau de sécurité le plus important. La densité urbaine a également une influence sur la configuration du réseau viaire et la forme du bâti (Brenac et Millot, 2001). L'influence de l'organisation du réseau sur le risque routier a été analysée par la longueur du réseau viaire, les chercheurs montrent que les villes ayant un réseau de voies artérielles plus longues (rapporté à la population) enregistrent un niveau d'insécurité plus élevé que les autres villes. De même, cette étude observe une forte corrélation entre le déplacement automobile et l'insécurité routière. L'étude montre une différence de risque entre les villes par rapport à leur structure sociale. Elle montre que les villes universitaires révèlent un niveau de sécurité plus important que les autres.

D'autres recherches se sont intéressées à analyser la différence d'insécurité routière entre centre urbain dense et périphérie. Huguenin-Richard montre que la densité des accidents dans le centre urbain est plus importante qu'en périphérie. Cette différence peut être interprétée par la différence forte de l'intensité des déplacements, des intersections et de la longueur du réseau et de la coexistence de différents modes dans l'espace public qui conduisent à une probabilité de collisions plus importante entre les différents usagers de l'espace urbain.

Par contre, l'auteure révèle que la gravité des accidents est plus faible dans le centre qu'en périphérie (Huguenin-Richard, 2000), ce qui peut être expliqué par les vitesses pratiquées qui sont plus élevées en périphérie que dans le centre-ville, qui induit des chocs plus forts dans les accidents.

De même, une étude récente a été menée sur la comparaison du risque routier entre les centres denses et la périphérie dans la communauté urbaine de Lille (Farhat, 2009 ; Fancelli, 2011). L'indicateur de risque a été l'implication des habitants dans les accidents (rapporté à la population). Cette recherche a montré que le risque d'implication dans les accidents pour les habitants des villes en périphérie est plus faible que ceux dans le centre-ville. Cette différence de risque a été interprétée en fonction de la densité urbaine et de la mobilité qui pourraient créer une exposition au risque plus élevée.

Une urbanisation contrainte, dans le sens d'une forte densité, peut en effet favoriser dans certains cas (et surtout dans les pays où l'aspiration à la maison individuelle est importante) d'autres choix résidentiels, des personnes travaillant en ville se domiciliant alors plus fréquemment dans de petits villages situés hors la ville (ou bien encore dans des villes voisines à l'urbanisation plus lâche). Le développement de la mobilité à l'ère automobile fait que l'échelle d'analyse des conséquences de l'urbanisation, du moins concernant l'insécurité routière ou d'autres questions parallèles comme celle de l'environnement, ne peut plus être l'agglomération.

3-4-2- Quelle influence de la gestion du réseau et de l'espace public sur le risque routier ?

La question de la ségrégation des modes et des flux traverse l'histoire de l'organisation du réseau et de la gestion de la circulation. La ségrégation des flux par l'élimination du trafic (de transit mais aussi de tout trafic automobile) des zones résidentielles qui sont totalement consacrées à la vie locale, semble conduire à améliorer le niveau de sécurité en assurant l'homogénéité des flux et des vitesses. C'est le cas des habitats collectifs accessibles aux piétons et aux cyclistes et fermés à la circulation automobile et les transports collectifs qui sont assurés à niveau supérieur, c'est l'exemple de la conception du quartier de Bijlmermeer à Amsterdam (Wolters, 1986 *in* Brenac et Millot, 2001). Cependant, les problèmes peuvent s'opposer en intersections entre les différents niveaux des réseaux. En outre, le déplacement dans un flux homogène a pour effet de simplifier la tâche de l'usager, conducteur, cycliste ou piéton, de le sécuriser, ce qui contribue à baisser son niveau de vigilance. Un autre effet peut être représenté dans cette conception, c'est le manque d'apprentissage du trafic par des enfants habitant dans les zones résidentielles protégées du trafic automobile (Fleury, 1998). Leurs déplacements à pied ou à vélo, se font sans contact avec les autres modes.

D'un strict point de vue de sécurité routière, si le principe de ségrégation permet théoriquement d'atteindre de bons niveaux de sécurité et de confort, dans la pratique, son application requiert une bonne maîtrise des connaissances et des techniques routières pour permettre de résoudre, d'une façon sûre, les conflits en intersection. En outre, le principe de la hiérarchisation fonctionnelle du réseau est souvent associé à la ségrégation des flux (Fleury, 2005). Des études de recherche ont montré que la hiérarchisation du réseau peut conduire à des niveaux d'insécurité différents. Une étude sur la ville d'Orléans a montré que 80 % des accidents sont concentrés sur les voies artérielles, alors que l'enjeu de l'insécurité dans les voies résidentielles est plus faible (Ferrandez et Fleury, 1984). Cette différence de niveau de l'insécurité peut être liée à l'aménagement de ces voies. Dans la pratique l'aménagement des voies structurantes ou de distribution a pour but d'assurer la fluidité du trafic, cet aménagement peut conduire à des situations accidentogènes résultant des vitesses plus importantes enregistrées dans la nuit et pendant des heures creuses en raison de la largeur de l'emprise très importante.

3-5- Dimension socio-économique du risque routier

L'approche spatiale du risque routier nécessite d'analyser le lien entre les caractéristiques socio-économiques des individus et leur implication dans les accidents. Ces études peuvent être

réalisées par la comparaison entre des espaces (quartier, ville, rue...) différents par rapport aux caractéristiques socio-économiques (taille des ménages, classes d'âges, pauvreté, chômage, professions et catégories socioprofessionnelles, revenus, possession de la voiture).

Des études se basent sur l'analyse du taux de risque des usagers en fonction de leurs caractéristiques socio-économiques. Dans leur étude, Zambon et Hasselberg (2006) ont comparé le risque d'implication dans les accidents des jeunes motards. Ils ont montré que les motards issus des milieux socio-économiques les plus faibles ont 2,5 fois plus de risque d'être blessés que ceux des milieux les plus aisés. Le niveau scolaire et les conditions familiales peuvent influencer aussi le risque routier. Murray (1998) a analysé le lien entre le niveau de l'éducation des jeunes conducteurs et de leur implication dans les accidents. Il confirme que les jeunes avec peu d'éducation semblent adopter un mode de vie plus à risque : ils fument davantage, boivent plus d'alcool, mettent moins leur ceinture de sécurité et respectent moins les règles de circulation.

Pour Faure et Garnier (1994), « l'aspect chaotique que la mutation incomplète de certains tissus a induit, le caractère illisible du réseau de voirie ou du plan de circulation, le manque de repères urbains, pénalisent lourdement le désir de mobilité des jeunes. La pauvreté de l'espace public, et dans certains cas son réaménagement inadapté pour les jeunes, ne constitue ni des références structurantes ni une image attractive de la ville. » De ce fait, les comportements de conduite *des jeunes automobilistes* habitant les quartiers défavorisés sont analogues à leurs comportements généraux, c'est-à-dire qu'ils *ont du mal à intégrer la notion de règle, de code, de se situer dans un contexte social*. Aussi peuvent-ils transgresser les contraintes comme les sens interdits ou les feux tricolores sans conscience de commettre une faute (Faure et Garnier, 1994).

Abdullah et *al.*, 1997, ont montré dans leur étude que le taux de risque routier (rapporté à la population) est plus élevé dans les quartiers les plus défavorisés. De même, dans son étude, Marine Millot, 2008, a comparé le niveau de risque entre les quartiers en rénovation et le reste de la ville dans quatre agglomérations françaises (Grenoble, Metz, Nantes et Toulouse). L'auteure affirme que le taux de risque est largement supérieur dans les quartiers en rénovation. Ce surrisque est révélé pour les piétons et en particulier pour les enfants (Millot, 2008), avec une gravité des accidents piétons plus forte dans les quartiers défavorisés (Edwards et *al.*, 2006). Ce surrisque des piétons adultes dans les quartiers défavorisés peut être expliqué par la mobilité plus forte des habitants à l'intérieur de ces quartiers, ce qui peut conduire à une exposition au risque plus élevée. Tandis que le surrisque des enfants renvoie à la conception de ces quartiers et l'organisation de l'espace public, où le manque d'espace pour les jeux des enfants, et les trajets dangereux pour aller à l'école. Ce surrisque pourrait être lié à une plus forte proportion de jeunes dans les populations de quartiers défavorisés.

Sur les axes primaires, les piétons adultes sont plus impliqués dans les accidents de la circulation (Milot, 2008). Les problèmes rencontrés relèvent de l'organisation du réseau. La largeur importante de chaussée augmente le temps de traversée des piétons, ce qui augmente leur exposition au risque. Ainsi, les artères urbaines sont conçues pour assurer la fluidité de trafic ce qui permet de circuler à une vitesse plus élevée conduisant à une probabilité d'accident accrue. De plus, le nombre important de voies peut créer des masques à la visibilité entre automobilistes et piétons. En effet, un piéton traversant, est masqué par un véhicule arrêté pour le laisser passer, percuté par un véhicule circulant sur une voie parallèle.

L'étude de la dimension spatiale de risque routier nécessite de prendre en compte les caractéristiques socio-économiques des individus et leur influence sur la mobilité envisagée comme un facteur d'exposition. Les pratiques des déplacements varient selon les caractéristiques sociales et spatiales des individus dans un contexte de « dépendance automobile » (Dupuy, 1999). Les pratiques de mobilité sont fortement conditionnées par la dimension socio-économique (Mignot et Rosales-Montano, 2006). En effet, les disparités de mobilité sont en corrélation avec l'équipement des ménages et des individus lui-même en corrélation avec les revenus (Orfeuil, 2004).

Dans leurs projets de recherche (disparité des espaces du risque routier et ATSERR⁴) Fleury et al., 2009, ont analysé les dimensions spatiales et socio-économiques du risque routier. Ils ont comparé le niveau du risque entre les zones urbaines sensibles (ZUS) et zones de contrôle (ZC) qui sont des zones limitrophes des ZUS ayant la même attractivité urbaine mais dont les populations ont des caractéristiques socio-économiques plus aisées. Les chercheurs révèlent que le niveau du risque routier rapporté à la population est plus important dans les ZUS que dans les ZC. Et les habitants de ZUS sont plus impliqués dans les accidents en tant que piéton ou passager de l'automobile. Les auteurs interprètent ce résultat par le faible taux de motorisation des ménages dans les ZUS. Ils ont analysé le type d'infraction et le comportement des conducteurs en montrant que les conducteurs habitant dans les zones sensibles sont davantage impliqués dans les accidents en situation d'infraction⁵ que ceux habitant les zones les plus aisées. Mais, ils ont montré que l'alcoolémie illégale est observée plus chez les conducteurs habitant dans les ZC que ceux habitant les ZUS.

⁴ ATSERR : Approche Territoriale et Socio-Économique du Risque Routier.

⁵ Situation d'infraction : défaut de maîtrise, défaut d'assurance, défaut de permis de conduire, fuite après l'accident.

Question de recherche et hypothèses

Les recherches sur la sécurité routière se sont développées afin d'adapter une vision intégrée par l'investigation de l'influence de l'urbanisme et l'organisation du réseau sur le risque routier. L'intégration de la sécurité routière dans l'action locale nécessite une amélioration relative des organisations, des procédures, des démarches d'étude, des rapports entre acteurs, et des cultures techniques (Fleury, 2005). Elle a également besoin des connaissances sur les effets du choix de la planification sur l'insécurité routière (Brenac et Millot, 2001). L'étude de l'influence d'un choix d'aménagement sur le risque routier est importante pour le diagnostic de la sécurité routière. Il est alors nécessaire de mettre le phénomène accident dans une perspective globale et de faire porter l'action de prévention sur les facteurs « amont » de l'insécurité pour une sécurité organisationnelle, en prenant en compte les éléments propres à une réelle intégration : l'aménageur en charge d'organiser les infrastructures et l'environnement d'un territoire, la population dans la distribution de sa sociologie et l'affectation fonctionnelle des espaces, tout ce qui dicte en grande partie la mobilité, les formes, les sens et l'intensité des flux, ainsi que leurs vitesses. D'une manière générale, la sécurité des déplacements renvoie à la notion d'urbanité car elle découle aussi de la manière de vivre ensemble en un même lieu : **faut-il séparer les différents usagers de l'espace public pour éviter les conflits ? Faut-il au contraire privilégier la mixité urbaine pour que chacun apprenne à vivre et circuler avec l'autre ?**

Les réseaux routiers occupent physiquement un espace public qui est aussi, au sens le plus fort du terme, lieu d'approche, de rencontre, de communication sociale, de jeu, de divertissement. La rue est mise à mal par les fonctions de l'automobile : circulation rapide, stationnement. Le plus souvent, l'aménagement du réseau routier s'est restreint à l'organisation de la circulation. Des concepts sont développés initialement pour répondre à la double exigence de la politique des déplacements que sont le développement durable et le développement économique (Grenier 1999 ; Reignier et Hernandez, 2007). Des outils mis en œuvre pour la sécurité sont ainsi réutilisés pour d'autres valeurs en faveur de l'environnement, de l'écomobilité ou du développement durable (zone de circulation apaisée, partage de la voirie...). De même, la mise en place des infrastructures routières (rocade, pénétrante, voie de contournement) pour la structuration fonctionnelle du réseau est à la fois utilisée aujourd'hui en tant qu'outil d'amélioration de la sécurité routière et de développement économique de la ville pour assurer la fluidité du trafic et l'accessibilité au centre-ville.

La hiérarchisation du réseau viaire est construite de manière à canaliser les flux du trafic vers des axes adaptés à la nature du trafic. Elle vise à concentrer l'écoulement des trafics de transit sur les voies structurantes de l'agglomération, et assurer un maillage du réseau suffisant pour

favoriser une diffusion ordonnée des principaux flux d'échanges en lien avec le territoire et décliner les fonctions locales dans les niveaux les plus fins. À chaque niveau il y aurait une fonction précise qui doit se traduire dans la forme des voies et correspondre à des critères géométriques et de mesures différents. L'application de la hiérarchisation du réseau rend nécessaire une modération des vitesses des véhicules motorisés. Le partage de la rue et l'aménagement de l'espace public passent par une place très importante accordée aux modes de déplacement doux alternatifs à la voiture. L'aménagement de l'espace public et la réduction de l'agressivité de la voiture en ville s'appuient sur la réconciliation de la double fonction des voies « circuler » et « habiter ». Cependant, cette structuration fonctionnelle du réseau peut engendrer des niveaux de risque différents.

Le traitement de l'espace public intègre d'autres objectifs comme la cohérence sociale, le développement économique, la limitation des nuisances sonores et de la pollution de la voiture. Les nouvelles pratiques d'aménagement doivent alors coordonner différentes opérations sur un même espace : gestion de la circulation, exploitation, aménagement des trottoirs, aménagement paysager. « La tendance actuelle est une intervention par projet qui intègre ses différents éléments dans un ensemble plus cohérent pour concevoir un espace quotidien qualitativement performant, fonctionnellement adapté. » (Fleury, 1998). La nécessité de la prise en compte du risque routier, au même titre que la lutte contre le bruit ou la pollution, dans les politiques d'aménagement et de gestion des déplacements semble importante.

Le risque est une notion probabiliste qui est produite par un conflit aléatoire et un enjeu. Il concerne des populations. Il dépend des caractéristiques d'individus qui se déplacent avec différents modes sur des voies plus ou moins dangereuses gérées par les pouvoirs publics. Ce terme est distingué de l'insécurité qui se matérialise par des accidents. Ces accidents se concentrent plus au moins sur les voies pour des raisons différentes : densité de population, niveau du trafic, vitesses pratiquées, caractéristiques de l'environnement urbain...

Des nombreuses recherches ont été menées sur l'analyse des liens entre l'insécurité routière et la forme urbaine (Stransky, 1995 ; Brenac et Millot, 2001 ; Millot, 2003), ou la densité de la ville. D'autres se sont basées sur l'analyse du lien entre les catégories des voies urbaines et l'insécurité routière (Ferrandez, et *al.*), ou sur l'influence de la fonction des voies sur l'insécurité (OCDE, 1979). L'ensemble de ces études et bien d'autres portent la dimension spatiale du risque routier par l'analyse des lieux d'accident (point, axe ou zone). Une autre piste de recherche a été suivie par Fleury et *al.*, 2009, en prenant la dimension spatiale du risque routier en tant que lieu d'habitat des impliqués dans les accidents. Les auteurs ont analysé la relation entre la dimension socio-économique et la dimension spatiale du risque routier. Ils ont étudié les zones les plus

défavorisées dans le tissu urbain. Ils ont prouvé que le risque routier est élevé pour les zones urbaines sensibles par rapport aux zones de contrôle⁶. Ils se sont basés sur la dimension socio-économique dans l'analyse de risque pour des espaces bien définis (fixes). De plus, à une échelle plus macroscopique, l'insécurité routière révèle les dysfonctionnements, les incohérences entre les politiques de déplacements et les organisations urbaines. Par exemple, Joël Yerpez montre que la création d'une maison de retraite sur une artère urbaine dans l'agglomération provençale augmente le risque d'accident des personnes âgées (Yerpez, 1998). Tous ces aspects interrogent directement les choix d'urbanisme et d'aménagement.

Dans notre recherche, la dimension spatiale du risque routier en tant que voies d'habitat où il y a une différenciation du trafic (flux et volume) nous amène à investiguer les questions suivantes : **Est-il légitime de hiérarchiser le réseau de manière à ce que les habitants des différents niveaux soient inégalement soumis aux nuisances de l'automobile et au risque d'être impliqués dans des accidents en particulier ?**

Faut-il ségréger les flux et les modes pour améliorer la sécurité ? Ou faut-il, au contraire, privilégier l'intégration des différents usagers dans un même espace urbain ?

L'analyse de risque routier qui fait partie de l'accidentologie, tel qu'elle a été présentée par (Brenac, 1997) et (Fleury, 1998, p. 125-161), s'articule aussi sur les données socio-économiques des impliqués, le type de véhicule – mécanique et technique – et l'environnement – infrastructure, aménagement et forme urbaine. Alors, le niveau de risque (la variable endogène) est expliqué par les données socio-économiques des individus, la circulation et l'aménagement des niveaux hiérarchiques du réseau (les variables exogènes). Une dimension spatiale du risque routier en tant que lieu d'habitat sera expliquée par la hiérarchisation du réseau, par la géométrie des voies urbaines et du trafic (flux et volume) qui le traverse et la densité de population alentour. Pour mettre en pratique l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier nous nous appuyons dans notre recherche sur l'hypothèse que la différenciation des niveaux hiérarchiques génère une inégalité du risque des habitants.

La littérature montre que l'urbanisme et la forme urbaine induisent une structuration fonctionnelle du réseau et un lien entre les formes urbaines et les caractéristiques socio-économiques des habitants. Cette différenciation spatiale peut engendrer une inégalité socio-

⁶ Zones de contrôle (ZC) présentent des caractéristiques de contraintes pour que la comparaison entre les ZUC soit significative.

économique de la population habitant sur les niveaux hiérarchiques différents. On peut ainsi avancer l'hypothèse que les ménages plus aisés habitent des maisons ou des habitats pavillonnaires dans les quartiers tranquilles où il passe moins de trafic. Alors que, les ménages des quartiers défavorisés sont plus pauvres avec un niveau plus fort du trafic qui traverse ces quartiers. Cette inégalité des caractéristiques socio-économiques des individus nous permet d'avancer une sous-hypothèse qui repose sur les dimensions comportementales et socio-économiques des individus, selon laquelle la différenciation spatiale des lieux d'habitat peut influencer les caractéristiques socio-économiques des individus et qu'elle a des effets sur les pratiques de mobilité et de déplacements ce qui induit des niveaux des risques différents selon le lieu d'habitation. Cette dimension socio-économique peut s'expliciter par des variables comme l'âge, le sexe, les actifs et les non actifs, les catégories socioprofessionnelles des actifs, sans emploi/retraité, élèves et étudiants, etc.

Des investigations sur ces questions pourraient permettre d'éclairer le lien qui peut exister entre les dimensions sociospatiales des voies urbaines et le niveau du risque (cartographier le risque). D'autre part, elles permettent d'éclairer sur les décisions publiques sur la question de l'organisation du réseau et de gestion de circulation en intégrant le risque de population habitant des niveaux hiérarchique différents.

**DEUXIÈME PARTIE : VERS UNE APPROCHE
GÉOGRAPHIQUE POUR ANALYSER L'INFLUENCE DE LA
HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU VIAIRE SUR LE RISQUE
D'IMPLICATION DANS LES ACCIDENTS**

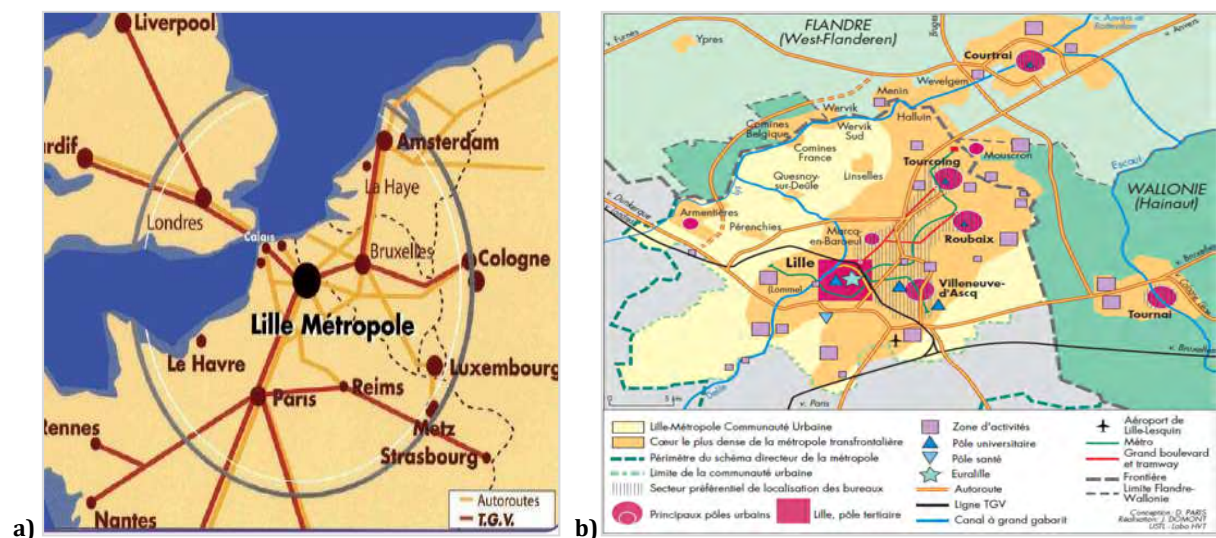
CHAPITRE 4

LILLE MÉTROPOLE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE — UN TERRAIN D'ÉTUDE

La création d'une base de données spécifique à l'étude n'étant pas dans nos moyens, nous avons alors examiné les bases de données disponibles. Notre intérêt s'est très rapidement orienté vers la base de données disponible dans la communauté urbaine de Lille (LMCU) qui offre des conditions d'études satisfaisantes sur le plan de la fiabilité, richesse de l'information, diversité des situations possibles, etc. Notre travail de thèse a pour ambition de produire une analyse du risque routier et de l'action de prévention au niveau global. Elle a été facilitée par l'accès que rendait possible la collaboration entre le laboratoire mécanismes d'accidents/IFSTTAR et le laboratoire GEOSYSCOM de l'université de Caen pour des nombreux projets sur le territoire lillois. Cela a permis de mettre en relation de très nombreuses données spatialisées, issues de sources différentes : BD Topo, LMCU, INSEE, Conseil Régional, CETE, Tel Atlas... L'exploitation de la base de données d'accidents sur la communauté urbaine de Lille montre une bonne fiabilité d'informations dans le fichier accidents de la LMCU, grâce au travail régulier des services techniques, une autre raison nous a incité à choisir l'agglomération lilloise comme terrain d'étude, c'est la disponibilité, les compétences des services techniques et du service de sécurité routière de la LMCU. Dans ce présent chapitre nous allons présenter les principales caractéristiques spatiale et socio-économique de la communauté urbaine, les pratiques de la mobilité, et la hiérarchisation du réseau dans les documents de planification de l'agglomération lilloise.

4-1- Localisation géographique de la LMCU

La communauté urbaine de Lille est un vaste territoire fortement urbanisé, composé de quatre-vingt-cinq communes, organisé autour de plusieurs pôles urbains : Lille, Roubaix, Tourcoing, Armentières et Villeneuve d'Ascq. Elle est aujourd'hui un acteur économique stratégique dans le département du Nord. Sa proximité de la Belgique assure des échanges économiques, culturels et politiques importants avec celle-ci. Par sa situation de carrefour autoroutier et ferroviaire la métropole lilloise est reliée aux principaux centres économiques du Nord de l'Europe : Bruxelles, Paris, Londres, Amsterdam, Luxembourg.



L'archétype français d'une contribution est l'ensemble urbain composé de Lille, Roubaix et Tourcoing. Le terme de contribution fut proposé en 1915 par l'urbaniste anglais P. Geddes pour décrire une « nouvelle forme urbaine née de processus complexes aboutissant à des phénomènes de coalescence à partir d'organismes préexistants » (Paris et al., 2000). La communauté urbaine de Lille s'étend sur 611 km² et compte 1 106 885 habitants, ce qui représente une densité de 1 810 habitants/km². Jusqu'à la seconde guerre mondiale, le territoire est composé de trois agglomérations – Lille, Roubaix et Tourcoing – (figure ci-dessous) distinctes séparées par de vastes espaces ruraux et des villages satellites (Pinol, 1996).

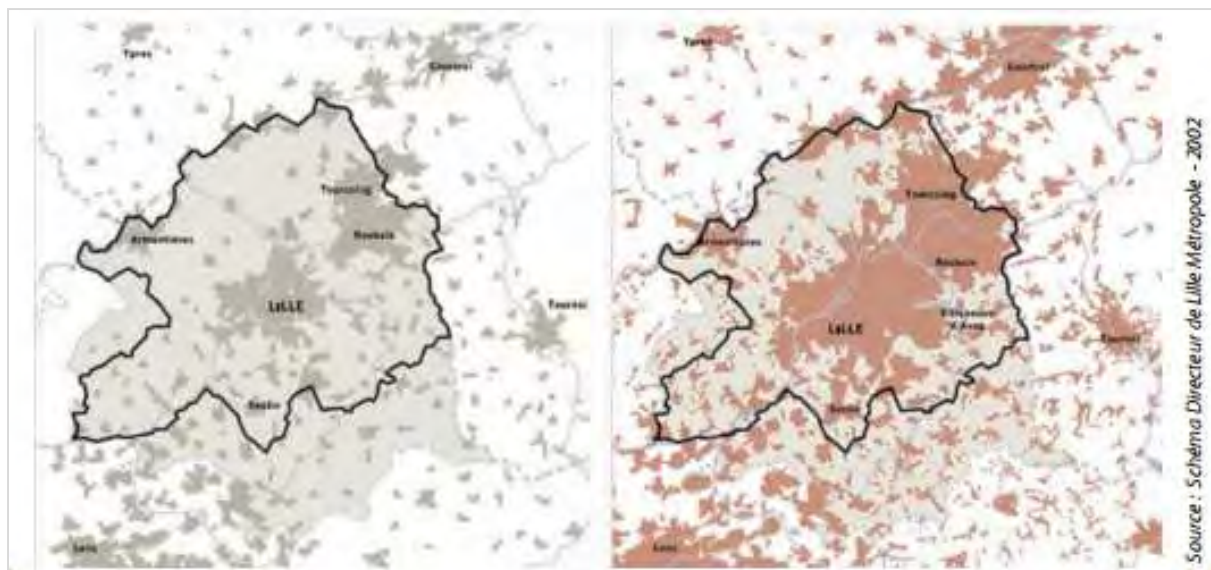


Figure 17, Évolution urbaine de la communauté urbaine de Lille. Occupation du sol sur la communauté entre 1950 et 2001. Source : PDU-LMCU 2010-2020.

Au milieu du ^{xx}^e siècle, l'étalement des zones périphériques, où prédomine un habitat individuel, s'accroît considérablement. Les limites des différentes aires urbaines commencent à se rejoindre alors que Roubaix et Tourcoing forment déjà une tache urbaine continue. L'urbanisation qui accompagne l'industrialisation se fait de façon spontanée (Paris et *al.*, 2000).

4-2- Les compétences de la communauté urbaine

Les quinze communautés urbaines existantes à ce jour en France partagent les mêmes compétences, qui sont définies par la loi du 31 décembre 1966. Six grands domaines d'intervention sont concernés : le développement et l'aménagement économique durable, social et culturel ; l'aménagement de l'espace communautaire ; la gestion de l'habitat ; la politique de la ville ; les services d'intérêt collectif : l'environnement et cadre de vie. La communauté urbaine peut recevoir d'autres compétences de la part des communes si celles-ci le souhaitent. Elle peut gérer tout ou partie de l'aide sociale, en cas d'accord avec le département. En matière de développement et d'aménagement économique et social, les communautés urbaines ont défini et mettent en œuvre une stratégie ambitieuse pour confronter l'attractivité du territoire, accompagner le développement des entreprises et faire rayonner la métropole à l'international. À ce titre, le projet de la communauté de Lille repose d'une part sur un développement économique solidaire pour l'ensemble du territoire. En ce qui concerne l'aménagement de l'espace, les communautés ont la charge de l'élaboration des documents de l'urbanisme, schéma de cohérence territoriale (SCOT) ou plan local d'urbanisme (PLU), plan de déplacements urbains (PDU). Elles s'occupent aussi de l'action foncière, de la création de l'aménagement des zones d'habitation, industrielles, artisanales ou portuaires. La compétence de la gestion de l'habitat

concerne l'ensemble de la chaîne résidentielle (hébergement, parc locatif social, parc privé, accueil des gens du voyage...) et aux besoins des ménages à toutes les étapes de leur vie (jeunes enfants, étudiants, familles, personnes âgées...). Elle porte une attention particulière aux ménages rencontrant, pour des raisons sociales ou financières, des difficultés à se loger décemment. Les communautés gèrent aussi les intérêts collectifs de l'ensemble des communes, gestion de l'eau et assainissement, cimetières, abattoirs, marchés d'intérêt national.

En quarante ans d'existence, la communauté urbaine est devenue un acteur stratégique de développement dans la métropole – dont elle a largement contribué à l'émergence – et au-delà dans la région du Nord Pas-de-Calais.

4-3- Les caractéristiques sociodémographiques de l'agglomération lilloise

Le dynamisme démographique de la Communauté urbaine est relativement faible. Ces évolutions démographiques et sociologiques à venir auront des incidences fortes sur les besoins de déplacements. D'après l'INSEE, la population du territoire devrait continuer à croître et à vieillir, tandis que la taille des ménages suit une diminution constante. Le territoire métropolitain est quitté par une partie des ménages qui s'en vont accéder à la propriété en maison individuelle dans les territoires limitrophes où ils trouvent, soit un cadre de vie plus attractif, soit des prix plus en adéquation avec des revenus modestes. Mais les évolutions démographiques sont très contrastées selon les territoires et les communes. Ainsi, la croissance de la population reste concentrée à Lille et dans les secteurs périurbains (Lille concentre 76 % de la croissance de la population [entre 1999 et 2006]).

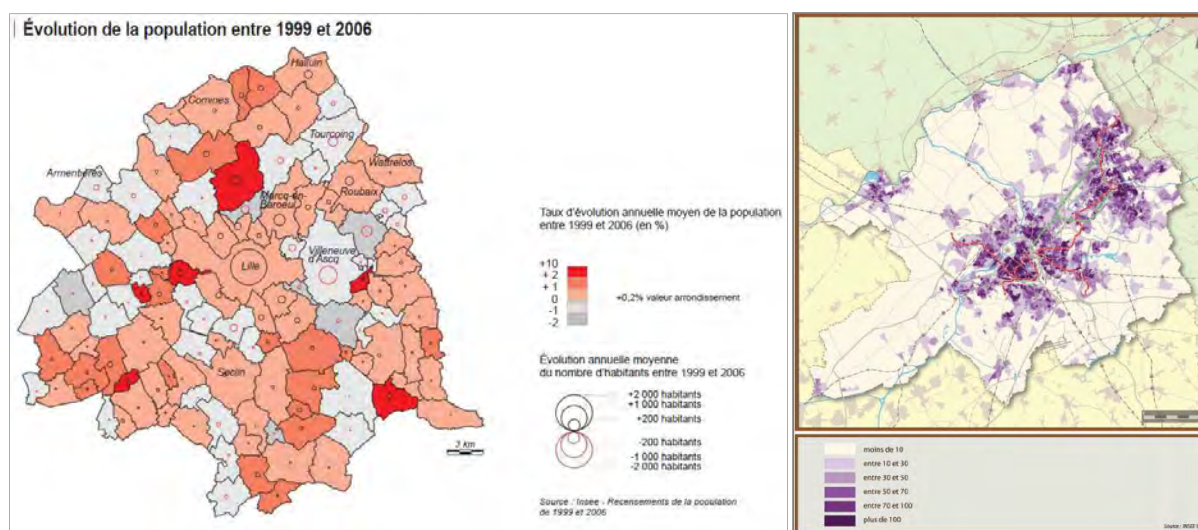


Figure 18, Évolution de la population entre 1999 et 2006 dans l'arrondissement de Lille.
Source : INSEE, 1999 et 2006, ADU Lille Métropole.

A contrario, les secteurs nord-est (Roubaix-Tourcoing) apparaissent comme des territoires moins dynamiques démographiquement. Par ailleurs, la taille des ménages a généralement baissé (moins de couples avec enfants, plus de personnes seules à tous les âges de la vie). Des caractéristiques particulières des ménages en fonction de la densité des territoires, petits ménages en locatif privé dans les centres urbains, des grandes familles en accession en périphérie plus éloignée. Le nombre des ménages dans les centres-villes a fortement augmenté.

Les caractéristiques démographiques de la métropole lilloise sont contrastées : d'un côté, la densité de population (1 810 hab./km²), sa jeunesse et sa féminisation sont des atouts de dynamisme de l'activité et de l'emploi, qui se traduit d'ailleurs par une hausse du nombre de travailleurs ; mais d'un autre côté, la métropole connaît une évolution tendancielle négative des flux migratoires et certaines communes et quartiers restent dans des situations fragiles.

4-4- Habitats et formes urbaines dans la métropole

La métropole lilloise se caractérise par une grande richesse urbanistique, architecturale et morphologique (Agence de développement et d'urbanisme, 2009). Afin d'apporter un éclairage sur les formes des habitats mais sans entrer dans les détails, nous proposons tout de même la reconnaissance de quelques grands types.

Les centres de ville

La morphologie traditionnelle que l'on retrouve dans la métropole lilloise est un habitat centré, serré, typique du Nord de la France. Ce modèle fut prolongé jusqu'à l'époque moderne, donnant une silhouette basse et étendue des zones directement voisines des centres-villes et des quartiers résidentiels anciens.

Les quartiers industriels et l'habitat ouvrier salubre

L'industrialisation et l'explosion urbaine de la fin du XIX^e siècle font apparaître un autre modèle largement représenté dans des villes du Nord : l'habitat ouvrier salubre. Ce type d'habitat a répondu à un besoin pressant de logement pour les travailleurs, c'est un habitat en série, économique et dont les caractéristiques hygiénistes représentaient un progrès indéniable, à l'époque. Ils sont construits sur des normes rationnelles étroites, ces habitats ne manifestaient aucun souci de composition ou de qualité d'environnement urbain. Les usines tenaient souvent lieu de centre de ces quartiers. Au cours du XX^e siècle, l'insalubrité couplée aux difficultés sociales les ont transformés en véritables « taudis ». Aujourd'hui, les formes les plus strictes de ce type d'habitat se sont raréfiées. Depuis la désindustrialisation, ils ont été détruits (Faubourg

des Postes à Lille) ou progressivement réhabilités en logements collectifs dont l'exemple le plus connu est celui du quartier de l'Alma à Roubaix.

Les zones résidentielles de l'entre-deux-guerres

À l'époque où apparaissaient les courées, les classes aisées tendent à délaisser les centres-villes surpeuplés et vétustes pour s'installer dans les faubourgs résidentiels, la forme urbaine se caractérise par une faible densité et une surface importante d'espaces verts privés ou publics. L'habitat se compose de villas cossues ou de cité-jardin à l'anglaise. Cette morphologie particulière explique aujourd'hui les importantes surfaces plantées que l'on peut rencontrer en certains lieux de la métropole comme le long du Grand Boulevard.

Les grands ensembles de l'après-guerre

Dans les années cinquante et soixante, la construction de grands ensembles collectifs, des barres comme celle de « l'os à moelle » à Roubaix, permet de répondre dans l'urgence, à la pénurie de logements. Leur implantation se fait là où des espaces libres subsistent ou en remplacement de tissus trop vétustes :

- À Lille sur l'emplacement de l'ancienne enceinte des fortifications de la ville (boulevard de Strasbourg et de Metz) ou dans certains quartiers qui subirent des rénovations radicales (Saint-Sauveur, Faubourg des Postes) ;
- À Roubaix, les hauts Champs ;
- À Tourcoing, Brun pain.

Cependant, il apparaît que l'emprise de cette forme urbaine n'est pas très importante dans la métropole lilloise comparée à la situation dans d'autres agglomérations (Paris et *al.*, 2000).

Le pavillonnaire individuel des zones périurbaines

À partir des années soixante, les lotissements résidentiels se développent dans les communes voisines des principaux centres. Cette forme urbaine a participé au remplissage de la contribution Lille, Roubaix et Tourcoing notamment dans le secteur Marcq-en-Barœul et Wasquehal. Cette urbanisation s'accompagne de grandes opérations de standing comme à Villeneuve d'Ascq autour du terrain de golf, à Bondues, Roncq et Tourcoing. Puis, la périurbanisation touche des communes toujours plus lointaines. Ainsi, la construction de la ville nouvelle, l'essor de l'habitat périurbain, la multiplication des centres commerciaux, l'exurbanisation des activités de production au profit de zones industrielles aux meilleures conditions d'accès génèrent un nouveau déséquilibre au sein de la métropole selon une dialectique centre-périphérie désormais classique (Paris et *al.*, 2000).

4-5- Un territoire maillé par les infrastructures de transport

Après les nombreuses modifications subies afin de le rendre accessible à la circulation automobile, notamment sur la partie lilloise (élargissement de la voie au détriment des promenades, création de mini-tunnels aux intersections), le territoire est aujourd'hui délesté d'une part importante du trafic routier par la voie rapide urbaine, une infrastructure nouvelle mise en place dans les années quatre-vingt-dix. Cependant, la conservation de rangées d'arbres et de la structure d'ensemble en « Y » a permis d'en limiter les méfaits.

4-5-1- Les déplacements et la mobilité de la LMCU

L'enquête Ménage Déplacements (2006) fait apparaître une mobilité variée selon l'importance de la commune : forte à Lille (4 déplacements par jour par personne), mais faible à Roubaix (3,39) et à Tourcoing (3,14). Dans la communauté urbaine, la voiture reste largement le mode de déplacement dominant avec 56 % des déplacements, mais pour la première fois depuis 1998, la part de marché de la voiture a diminué. La part des transports en commun progresse et représente 9 % des déplacements (dont 3 sur 4 se font au moins partiellement en métro). La part des deux-roues continue de baisser, elle représente 1 % des déplacements, les vélos 2 %, et enfin, la mobilité à pied se maintient à un niveau élevé 31 %. Les modes de déplacements varient également en fonction de l'adresse des habitants. À Lille, la marche, le vélo et les transports collectifs sont en nette progression et sont fortement représentés contrairement à ce que l'on constate dans les villes de Roubaix et Tourcoing. Dans la ville de Lille, Le premier mode de déplacement est la marche qui représente 47 % des déplacements. Le second reste l'automobile avec 33 % des déplacements. Mais les Lillois se déplacent relativement moins en voiture et de moins en moins (- 24 % de déplacements par personne en tant que conducteur entre 1998 et 2006). De fait, 41 % des Lillois appartiennent à un ménage qui ne possède pas de voiture. En revanche, ils se déplacent plus en transports collectifs urbains (17 % des déplacements) et à vélo (2 % des déplacements), ces deux modes de transport marquant par ailleurs une nette progression depuis la dernière enquête (+ 41 % pour les transports collectifs et + 39 % pour le vélo). Depuis le début des années 2000, un effort relativement important de promotion des déplacements à vélo a été entrepris.

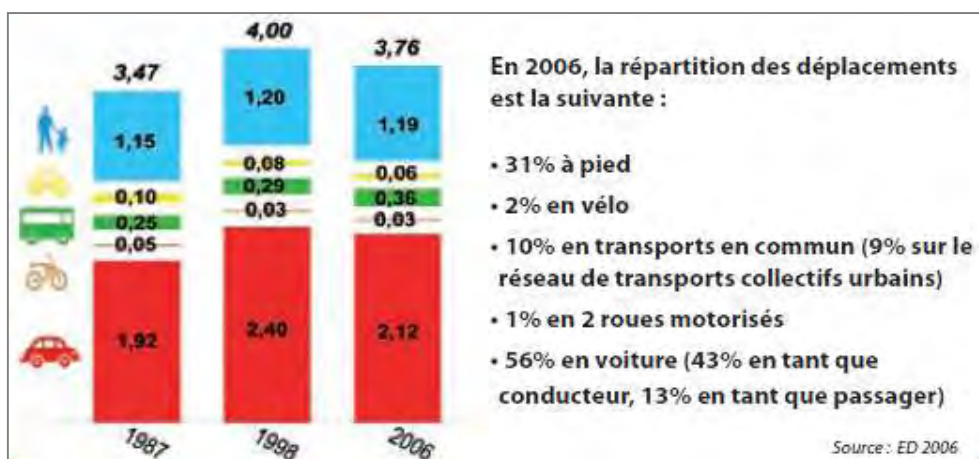


Figure 19, Répartition des déplacements des Lillois par mode et évolution 1987-2006 par jour par personne. Source : ED 2006.

Depuis le 16 septembre 2011, Lille est dotée d'un système de vélos en libre-service, le V'Lille, qui propose 2 000 vélos répartis sur 270 stations situées à Lille et dans d'autres communes de la communauté urbaine. Le service offre également 3 000 vélos en location longue durée.

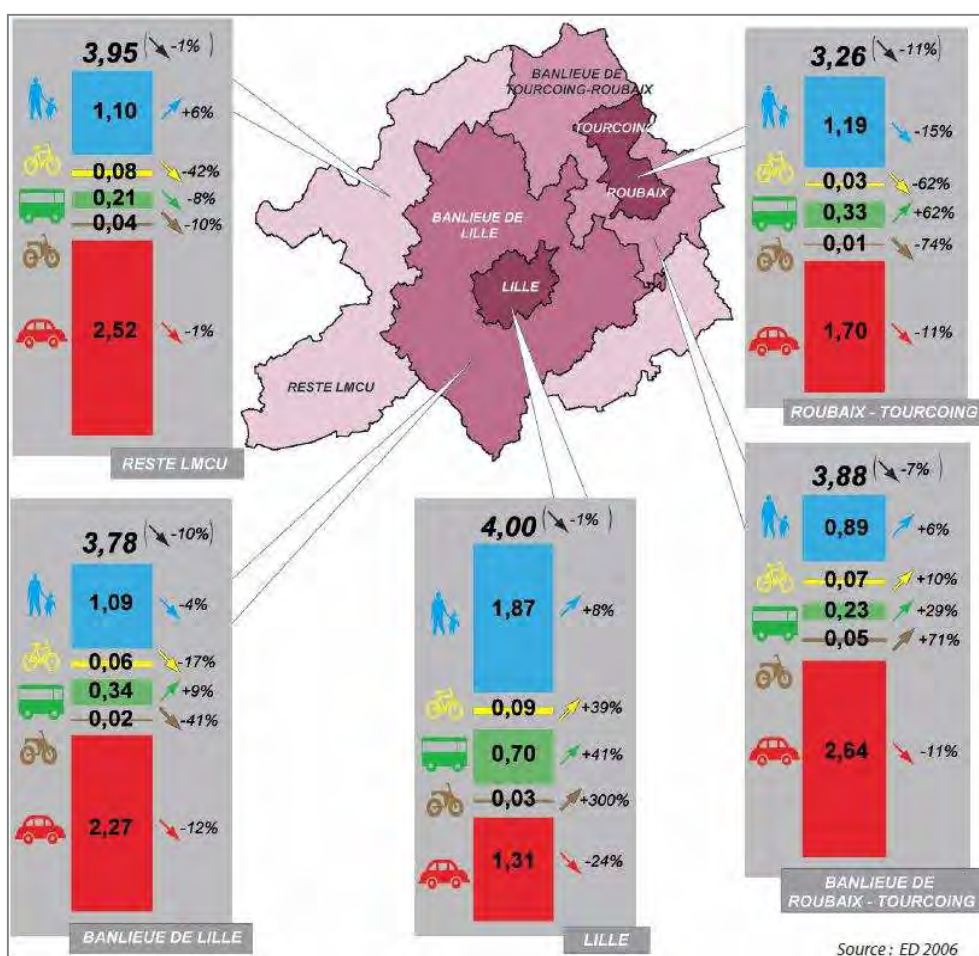


Figure 20, Les mobilités par territoires et par modes et les évolutions entre 1998 et 2006. Source : ED 2006.

La mobilité se singularise en fonction des caractéristiques des individus : le sexe (les femmes se déplacent plus à pied, mais moins à vélo et en voiture que les hommes) ; l'âge (les moins de 18 ans se déplacent le plus souvent à pied ; les 18-24 ans sont les plus gros consommateurs de transports collectifs ; de 25 à 64 ans, les habitants utilisent principalement leur voiture ; les plus de 65 ans se déplacent peu) ; le niveau d'étude (la mobilité croît avec le niveau d'étude) ; l'occupation (les actifs sont plus mobiles) ; la motorisation du ménage (la mobilité croît avec la motorisation du ménage). Enfin, la mobilité varie selon le motif de déplacement : les déplacements domicile-travail se réalisent très majoritairement en voiture (75 %) ; les déplacements domicile-école se font surtout à pied (49 %) ; les déplacements domicile-universités se font le plus souvent en transport en commun (47 %) ; et les déplacements pour achats se font en voiture.

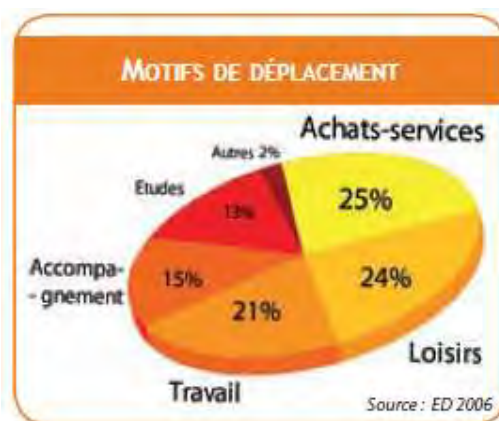


Figure 21, Répartition des déplacements des Lillois par motifs. Source : ED 2006.

La portée des déplacements est de 2,9 km et chaque personne parcourt au total en moyenne 15,8 km par jour (ouvrable). La densité des flux mécanisés reçus par secteur rend compte de l'attractivité de l'hypercentre de Lille et dans une moindre mesure des autres secteurs centraux (reste de Lille, centres de Roubaix et Tourcoing) de la métropole. Le secteur « métro » de Villeneuve d'Ascq est également attractif. La majorité des déplacements s'effectue à l'intérieur des zones. Lille, Roubaix et Tourcoing génèrent des flux importants avec leurs banlieues respectives. Les flux entre Lille et Roubaix-Tourcoing restent faibles mais progressent nettement.

4-5-2- Un trafic routier important

En 2007, 2,5 millions de déplacements motorisés étaient effectués quotidiennement dans l'arrondissement de Lille. La très grande majorité de ces déplacements étaient réalisés à l'intérieur du territoire. Le trafic d'échange est plus modeste, mais il se concentre sur les principaux axes du réseau routier et aux heures de pointe. Le trafic de transit reste quant à lui modeste.

Le trafic interne prédomine largement

Le trafic routier interne à l'arrondissement de Lille représente plus de 2 millions de déplacements par jour, soit 82 % des flux et 65 % des kilomètres parcourus. L'essentiel du trafic circulant sur le territoire communautaire est donc du trafic interne, il ne franchit pas les limites de l'arrondissement. En kilomètres parcourus, ce trafic est relativement stable depuis 1998.

Des échanges de proximité

Le trafic d'échanges routier représente environ 400 000 déplacements par jour, soit 20 % de plus qu'en 1998. Il concentre 17 % des flux et 29 % des kilomètres parcourus. 2 déplacements sur 3 se font avec les territoires limitrophes français (Bassin minier, Flandre intérieure) ou belges. Contrairement aux idées reçues, près de la moitié du trafic d'échange avec l'arrondissement (45 %) est le fruit de ses propres habitants. Ramenée au périmètre communautaire, l'analyse est sensiblement différente avec seulement 1/3 du trafic d'échanges réalisé par les habitants. 2 déplacements d'échanges sur 3 sont liés au travail ou aux affaires professionnelles.

Un trafic de transit relativement faible

Les 43 000 véhicules en transit, soit 30 % de plus qu'en 1998, représentent moins de 2 % des flux et à peine 7 % des kilomètres parcourus chaque jour sur l'arrondissement. Le transit régional (avec au moins une extrémité dans la Région) représente les 2 tiers de l'ensemble des déplacements de transit.

4-5-3- La hiérarchisation du réseau routier dans les documents de planification de l'agglomération lilloise

Il est intéressant de superposer les différentes informations provenant des outils de planification urbaine pour connaître les intentions futures sur le territoire et d'en relever les contradictions.

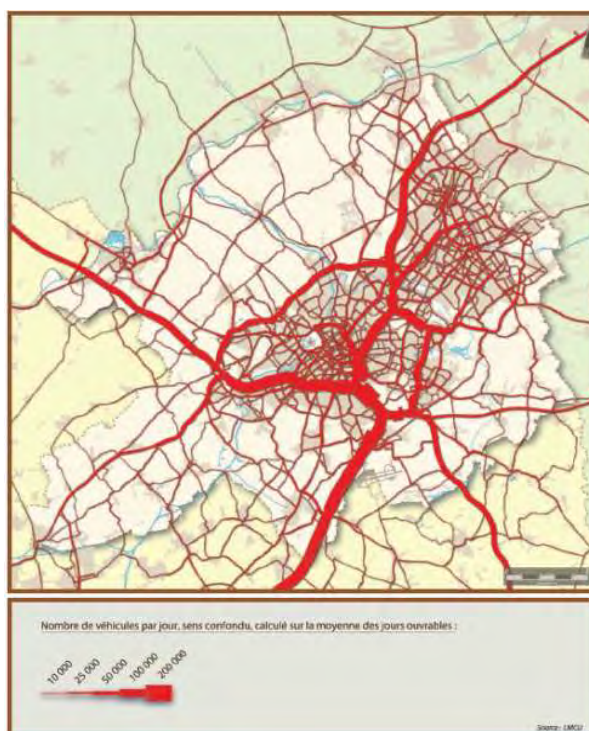


Figure 22, Nature du trafic en nombre de kilomètres effectués dans l'agglomération lilloise.

4-5-3-1- L'organisation des réseaux de déplacements dans l'agenda 21

Prenons tout d'abord l'agenda 21 qui est un plan d'action opérationnel construit selon une méthode participative de concertation. Cette démarche a été initiée lors du sommet de la Terre à Rio en 1992 et ratifiée par 173 chefs d'État. Elle comprend précisément 27 principes à suivre pour mettre en œuvre l'agenda 21. Les élus ont affirmé leur volonté de poursuivre l'effort communautaire en faveur du développement durable. Le chapitre 28 de la démarche incite les collectivités territoriales à mettre en place un programme à leur échelle, intégrant les orientations du développement durable, à partir d'un mécanisme de consultation de la population. Lille Métropole Communauté Urbaine est dotée d'un Agenda 21, adoptée depuis le 10 février 2006 qui se décline en 3 axes, 16 propositions et 6 chantiers partenaires.

Comment ce plan d'actions, déjà mis en place au sein de la communauté urbaine, peut-il enrichir notre recherche de mise en valeur de la prise en compte de la sécurité routière dans le processus de l'aménagement urbain ?

Tout d'abord, il s'agit de repérer dans le document, les mesures qui pourraient se transposer à ses objectifs. Il s'appuie sur la réalité d'un bilan communautaire et n'a pas vocation à ce titre à remplacer les schémas et les documents stratégiques mis en œuvre par la communauté urbaine : Schéma directeur, Plan de déplacements urbains, Plan local d'urbanisme, Plan local de l'habitat, stratégie de développement économique... L'Agenda 21 s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue qui identifie, à partir des politiques et des pratiques existantes, les marges de progression possibles, en recherchant notamment une plus grande transversalité entre les actions. À travers cette volonté de mise en cohérence, il peut constituer également un appui pour la contractualisation avec d'autres partenaires institutionnels, en particulier dans le cadre du contrat d'agglomération. La volonté d'amélioration continue porte également sur la relation entre Lille Métropole, le territoire et ses habitants.

Les propositions suivantes de l'Agenda 21 peuvent orienter et inscrire le projet d'aménagement voies urbaine dans une approche globale du développement durable :

- Considérer le dialogue avec les communes et les habitants ;
- Engager l'aménagement d'un écoquartier pilote dans la métropole lilloise ;
- Engager auprès des élus et des opérateurs de logements une démarche de sensibilisation sur les bénéfices de la densité et les moyens de la concrétiser ;
- Ouvrir le débat sur les formes architecturales (la maison de ville par exemple) les mieux adaptées au territoire et aux aspirations des habitats de la métropole lilloise ;

- Évaluer l'impact du Plan de Déplacements Urbains sur la sécurité routière, les gaz à effet de serre et la santé des habitants ;
- Engager une réflexion afin d'optimiser l'utilisation des places de stationnement ;
- Promouvoir l'accès par le transport en commun des sites de l'espace naturel Lille Métropole ;
- Renforcer l'appropriation des modes de transports alternatifs à la voiture.

L'Agenda 21 représente à cet égard une nouvelle perspective de rayonnement pour la communauté urbaine de Lille, en particulier dans le cadre du dialogue qu'il établit au quotidien avec les communes, les forces vives et les habitants du territoire. Il vient en appui à la dynamique de gestion de projet lancée par la direction générale et la direction des ressources humaines et organisation avec l'ensemble des services de la communauté urbaine. En apportant une plus grande lisibilité sur les actions menées et les pistes de travail à envisager, l'Agenda 21 s'inscrit pleinement dans la démarche de projet. Il représente à cet égard un outil pour développer l'éducation au développement durable, sur les champs de compétences communautaires. Il pourra s'appuyer notamment sur l'expérience de partenariat que LMCU a développée avec les associations du territoire (politique de déplacements, espace naturel métropolitain, appel à projets associatifs...).

4-5-3-2- Le SCOT

Le Schéma de cohérence territoriale, ou SCOT, est le document de référence en matière d'urbanisme. Il s'inscrit dans un rapport compatible avec d'autres normes et procédures, tels que les plans locaux d'urbanisme, les ZAC :

- Comment renforcer la cohésion entre développement urbain et desserte en transports publics ?
- Comment favoriser les « circulations douces », compléments de l'usage des transports en commun ?
- Comment éviter l'engorgement de la métropole par les trafics routiers d'échanges et de transit ?
- Comment développer en amont la qualité environnementale dans l'aménagement ?
- Comment valoriser le patrimoine de proximité ?
- Comment mettre en valeur et réhabiliter l'espace public ?
- Quelles formes urbaines promouvoir pour obtenir des densités plus élevées ?

4-5-3-3- Le projet d'aménagement et de développement durable (PADD)

Le projet d'aménagement et de développement durable constitue la stratégie du Plan local d'urbanisme (PLU). Il a été élaboré en compatibilité avec le Schéma Directeur et, selon le rapport de présentation, il se doit de répondre aux deux besoins fondamentaux pour notre territoire, à savoir :

- Une exigence croissante d'une meilleure prise en compte de l'environnement et d'un plus grand respect du patrimoine ou de la diversité de cultures de l'aménagement ;
- Une nécessité de développer la mise en réseau de villes et territoires dans le respect de leur identité et de leur savoir-faire par l'implantation d'équipements, de services et une accessibilité de haut niveau en adéquation avec l'échelle du territoire concerné, qu'il soit local, au niveau du quartier ou de la ville, régional, national ou européen afin d'accélérer le processus de métropolisation.

Ce maillage réglementaire abonde dans le même sens pour la mise en œuvre d'un vaste programme. La qualité patrimoniale des voies urbaine, qu'elle soit au niveau du bâti, du végétal, ou du tracé de la voirie d'origine n'est pas incompatible avec toutes ces prescriptions. Les projets de mise en valeur sur les voies urbaines seront essentiellement un travail de convergence de toutes ces pratiques dites « durables ».

Après examen du volet intitulé « objectifs et actions dans le plan de déplacements urbains », il semblerait que le réseau routier soit classé en différents niveaux. Chaque niveau a une fonction précise qui doit se traduire dans la forme des voies. À chaque fonction correspond des critères géométriques et des mesures d'exploitation des voies, ainsi qu'une prise en compte adaptée des modes alternatifs. Ces mesures concernent tout autant le fonctionnement routier que l'insertion des modes alternatifs. Une différenciation est cependant introduite dans la forme des voies pour un même niveau hiérarchique en différenciant zone agglomérée et espaces périurbain ou rural.

4-6-3-4- La hiérarchisation fonctionnelle du réseau dans le plan de déplacements urbains (PDU)

Le plan de déplacements urbains (PDU) de la communauté urbaine de Lille (LMCU) a été révisé au début de l'année 2006 pour une mise en conformité avec la loi de Solidarité et renouvellement urbains (SRU). La trame du document reste le PDU de 2000, mais le contexte est très différent avec le résultat de l'enquête de déplacement en 2006 qui a montré une stabilisation du trafic sur le territoire et une augmentation de l'utilisation des transports en commun.

Cette réglementation adoptée en avril 2011, cadre les actions menées par LMCU en matière d'infrastructures de transport, mais également de gestion de la mobilité et d'articulation entre urbanisme et déplacements pour les dix années à venir. Elle se décline en six axes forts :

- Une politique de déplacement qui contribue au dynamisme et au rayonnement métropolitain ;
- Un développement durable équilibré ;
- Un droit à la mobilité pour tous ;
- Une accessibilité qui favorise les modes doux de déplacements ;
- Un espace partagé et de qualité ;
- Des ambitions fortes pour l'environnement et la santé publique.

Selon le plan de déplacements urbains, la hiérarchisation du réseau de la LMCU résulte d'une stratégie basée sur la combinaison de deux approches : l'une par niveau hiérarchique, du moins pour les trois premiers niveaux, et la seconde territoriale, adaptée au contexte local. L'approche par niveau hiérarchique vise à :

- Concentrer l'écoulement des trafics routiers de transit et d'échanges de longue portée sur le réseau dénivelé structurant de l'agglomération (niveau 1) ;
- Assurer un maillage structurant suffisant du niveau 2 pour favoriser une diffusion ordonnée des principaux flux d'échange en lien avec le territoire en exploitant au maximum les infrastructures existantes et mieux canaliser le trafic dans le secteur des champs captants du Sud de la Métropole ;
- Accompagner par le niveau 3 les axes urbains et interurbains aux fonctions principales des réseaux ;
- Décliner les fonctions locales dans les niveaux 4 et 5.

L'application de la hiérarchisation du réseau sur le territoire reprend pleinement un principe fondateur du PDU de 2000, la modération de la vitesse des véhicules motorisés. Le partage de la rue passe par une place plus importante accordée aux modes de déplacements alternatifs, mais également par une réduction de l'agressivité de la voiture en ville, notamment par sa vitesse, qui est trop souvent inadaptée à sa cohabitation avec les autres modes, en particulier piétons et cyclistes. La vitesse est également un des principaux facteurs aggravants de l'étalement urbain grâce aux réseaux autoroutiers denses et rapides, mais également source d'insécurité routière et de gravité des accidents sur l'ensemble des réseaux. Chaque niveau a une fonction précise qui doit se traduire dans la forme des voies. À chaque fonction correspond des critères géométriques et des mesures d'exploitation des voies, ainsi qu'une prise en compte adaptée des modes alternatifs. Ces mesures concernent tout autant le fonctionnement routier que l'insertion

des modes alternatifs. Une différenciation est cependant introduite dans la forme des voies pour un même niveau hiérarchique en différenciant zone agglomérée et espaces périurbain ou rural. En effet, la continuité fonctionnelle d'un niveau hiérarchique doit être assurée, mais peut revêtir des formes différentes suivant le milieu traversé. Les propositions formulées dans la grille d'aménagement ci-contre constituent un cadre général de référence, mais leur mise en œuvre devra bien intégrer le contexte, les spécificités et les objectifs d'aménagements locaux propres à chaque site. Dans la proposition de plan de déplacement urbain, nous pouvons identifier cinq niveaux fonctionnels, classés du niveau 1, le plus structurant, qui privilégie la fonction « d'écoulement des trafics », au niveau 5 qui assure la desserte fine du territoire :

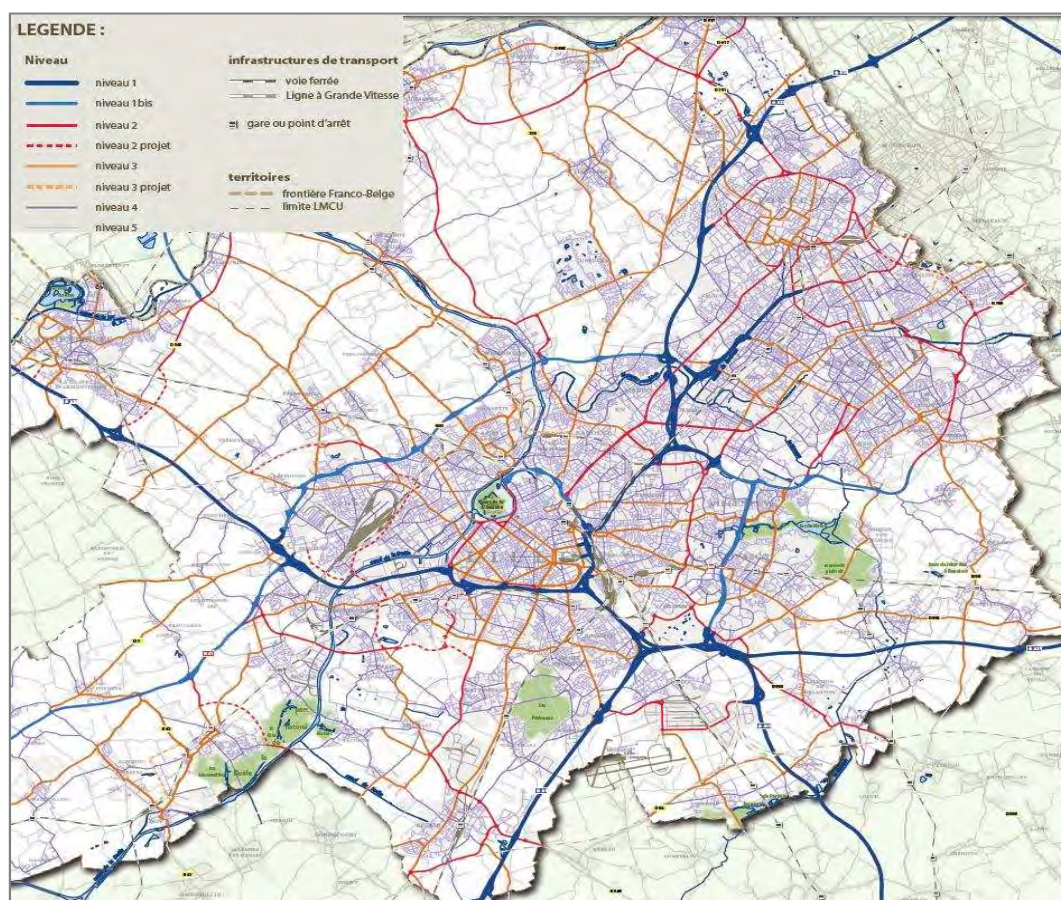


Figure 23, Schéma directeur de hiérarchisation du réseau viaire. Source : PDU-LMCU 2010-2020.

- Niveau 1 et 1 bis (réseau hyperstructurant) : réseau de voies de grand transit qui assure le transit national et régional et d'échanges avec l'extérieur de l'agglomération ;
- Niveau 2 (réseau structurant) : il assure les échanges entre les pôles de l'agglomération d'une part, et favorise les trafics entre quartiers éloignés en milieu urbain d'autre part ;
- Niveau 3 (réseau de distribution) : il contribue aux flux de proximité entre communes voisines en milieu rural et entre quartiers proches en milieu urbain ;

- Niveau 4 (réseau de desserte locale primaire) : il réunit le réseau de « desserte primaire » et participe à la diffusion du trafic de desserte locale ;
- Niveau 5 (réseau de desserte locale) : il supporte les flux de desserte terminaux. Ce niveau a vocation à être composé de zones de circulation apaisée.

La hiérarchisation est construite sous l'objectif de canaliser les flux de circulation vers des voies adaptées aux types de trafic, et également d'assurer la cohabitation entre le trafic et la vie locale dans l'espace public. Elle a vocation à accompagner globalement les démarches de partage de la rue. Un paradoxe à souligner résulte de la difficulté à assurer la continuité fonctionnelle de chaque niveau.

CHAPITRE 5

IDENTIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DES VOIES URBAINES AYANT UNE INFLUENCE SUR LE RISQUE ROUTIER

Pour mieux cerner la question des effets de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier, une description des caractéristiques des voies urbaines et leurs fonctions, semble nécessaire. Aujourd'hui quand on parle de réseau viaire, de quoi parle-t-on réellement ? De la ségrégation fonctionnelle des flux à l'intégration des modes et des usagers ? Des réseaux en milieu urbain ou en périphérie ? Des voies nationales, départementales ou communales ? Des voies d'accès ou du transit ? Des typologies des réseaux – voie rapide urbaine, boulevard urbain, zone 30, zone de rencontre ou aire piétonne ? La classification fonctionnelle du réseau ne traite souvent que d'une fonction circulaire de la voie urbaine alors que de nombreux éléments sont à prendre en compte. C'est pourquoi il nous faut faire une analyse pour déterminer les fonctions principales des voies urbaines et les principaux éléments physiques et de l'aménagement des voies urbaines hiérarchisées en niveaux différents. Quatre types des voies urbaines ont été retenus : ceux de voies de type autoroutier, d'artères urbaines, de voies de distribution, de voies de desserte locale. Elles sont représentatives des principales caractéristiques des réseaux viaires existants. En outre, les analyses des voies urbaines n'ont d'intérêt que pour l'identification des caractéristiques des niveaux hiérarchiques ayant une influence sur le risque routier. Ce chapitre présente les fonctions principales des voies urbaines, la catégorisation et la hiérarchisation du réseau et l'influence de l'aménagement sur le comportement des usagers et enfin les enjeux de la hiérarchisation du réseau.

5-1- Que sont les fonctions principales des voies urbaines ?

L'analyse des fonctions de la voie urbaine est un outil très important pour élaborer un concept de réseau de voirie urbaine. Les voies urbaines sont caractérisées par la complexité et la multiplicité de leurs fonctions selon qu'elles sont considérées sous l'angle de la gestion de la

circulation, de l'urbanisme, des services sociaux, ou de l'économie. Toutes ces fonctions doivent bien sûr être prises en compte par l'aménageur. Il est néanmoins nécessaire que celui-ci confère à chacune d'elle un certain poids. Aujourd'hui, l'organisation du réseau repose de plus en plus sur deux fonctions principales, la fonction « circulation » et la fonction « vie locale ».

D'une part, les voies urbaines assurent les déplacements réalisés par les automobiles ou par les modes doux (transports en commun, deux-roues, marche). Cette fonction circulatoire induit souvent des aménagements stéréotypés des voies en s'appuyant sur la séparation spatiale des modes – une chaussée pour les usagers motorisés, des bandes ou pistes cyclables, des trottoirs pour les piétons – ou séparation temporelle par la mise en place des feux tricolores. Les fonctions de circulation qui ont été le plus souvent définies et formulées sont le transit et l'accès. La première concerne la circulation du transit qui traverse les agglomérations urbaines et facilite les échanges entre celles-ci. La fonction d'accès fait intervenir la circulation locale. Elle facilite l'accessibilité aux activités locales (immeubles, emplois, commerce, etc.).

D'autre part, les voies urbaines sont aussi des espaces publics, lieux d'habitat, de convivialité et de rencontre, de détente, de promenade et même de jeu pour les enfants. En général, les aménagements urbains favorisent la fonction de circulation au détriment de cette dernière fonction. Les vitesses pratiquées ou autorisées doivent être adaptées à la cohabitation entre fonction circulatoire et vie locale.

En pratique, l'aménagement de la voirie dépend des fonctions de la voie, des proportions dans lesquelles ces fonctions sont combinées et à quel niveau « hiérarchique » elle est affectée. La combinaison des fonctions conjuguées à la fonction prédominante permet de connaître la catégorie routière à laquelle correspond la configuration de la voie. Ordinairement, le niveau le plus élevé de la hiérarchie est affecté aux voies dont les fonctions de transit sont prépondérantes et dont les contraintes de vie locale et d'accès sont secondaires. Plus on descend dans la hiérarchie, plus l'importance du transit diminue et plus celle des fonctions sociales et d'accès augmente. En dernière analyse, on observe toutefois que l'attribution de niveaux hiérarchiques n'a rien d'impératif. Ce n'est qu'un élément d'organisation servant à créer une base uniforme et systématique pour décrire des combinaisons de fonctions différentes.

5-2- La catégorisation des voies du réseau viaire

La catégorisation est une démarche qui vise à rendre compatibles les différentes fonctions de la voie. Elle consiste à appliquer une modulation des vitesses et de la configuration de la voirie en fonction de l'endroit et des usages qui sont faits de la voirie, mais également de ses abords, du

contexte urbain ou villageois. Selon le principe de la catégorisation, une même voirie pourra assurer un rôle de niveau supra local ou régional tout en ayant une modulation de sa vitesse (CERTU, 2008). Elle doit répondre à un besoin social de parvenir à maîtriser la problématique de la circulation dans le but d'améliorer la sécurité routière et la qualité de la vie. Dans ce concept de l'organisation du réseau viaire, il faut tenir compte de toutes les fonctions sociales et de circulation (transit, collecte, desserte) et affecter une fonction à chaque voie urbaine. La catégorisation doit se faire dans l'optique de l'usager de l'espace public. Ce dernier doit pouvoir déduire, à partir des caractéristiques de la voie et de l'environnement, dans quelle catégorie de voies il se trouve. Il faut veiller à ce que la physionomie de la voie contienne suffisamment d'indications pour informer les usagers sur l'attitude qu'ils doivent adopter (CERTU, 1995).

La fonction de circulation prime généralement hors agglomération. L'ensemble des voies peuvent donc être a priori considérées comme routes. Elles font rarement l'objet d'un traitement « urbain » (ce qui n'exclue pas un possible traitement paysager des abords). Les vitesses des véhicules sont limitées à 90 ou 110 km/h. En agglomération, la fonction de la vie locale est *a priori*, toujours importante. C'est pourquoi, sauf rares exceptions, la vitesse sera limitée en agglomération à 50 km/h, car cette vitesse correspond à un équilibre entre fonction de vie locale et de circulation pour autant que les aménagements adéquats soient prévus pour chaque usager. Les principales catégories de voiries présentes en agglomération sont les suivantes :

5-2-1- Sections 70 km/h

Leur espace de circulation et leurs emprises sont très importants. En l'absence d'un espace suffisant, les passages en tunnel ou en remblai couvert sont inévitables. Il s'agit aussi de sections de voies le plus souvent situées en entrée/sortie d'agglomération où la vie locale est peu visible et le caractère urbain peu marquant – urbanisation très lâche, aménagements de type routier, absence de trottoirs... Toutefois, une vie locale même limitée (accès riverains, présence possible d'usagers modes doux), nécessite de la part des automobilistes une vigilance soutenue. Une limitation à 70 km/h s'impose donc avec si possible un aménagement en entrée de section pour marquer la rupture avec la section précédente hors agglomération.

5-2-2- Voies urbaines ordinaires 50 km/h

La fonction de vie locale sur ces voies devient plus perceptible. Des « générateurs » de déplacements – commerces, services et équipements publics – s'insèrent dans le tissu urbain. Les modes doux peuvent être présents, mais la place des véhicules motorisés prédomine. De dimensions souvent généreuses pour les véhicules motorisés, les caractéristiques de ces voies

ne rendraient pas crédible une limitation à 30 km/h. La majorité des artères urbaines et des voies interquartiers peuvent être classées dans cette catégorie ainsi que la plupart des voies de zones d'activités.

5-2-3- Voies en zone 30 km/h

La zone 30 est un espace public où doit prévaloir un équilibre entre les fonctions circulatoires et vie locale (cohabitation entre les différents usagers). La littérature a montré qu'une limitation à 30 km/h constitue un bon compromis entre l'écoulement des trafics motorisés, et la qualité du cadre de vie dans les quartiers. Cette typologie d'aménagement peut s'appliquer à un éventail très large de voies – dessertes de quartier résidentiel, voies de zones commerciales, rues de centre-ville où les activités riveraines (commerces, services, tourisme...) – qui induisent une fréquentation piétonne et cycliste importante. Elle peut également avoir pour objet de dissuader les trafics de transit lorsque ceux-ci disposent d'itinéraires alternatifs plus adaptés.

5-2-4- Voies en zone de rencontre - 20 km/h

Sur ces voies, la vie locale est prépondérante et les modes doux bénéficient d'une priorité générale sur les usagers motorisés. Le terme « rencontre » signifie que l'espace est approprié aux usagers les plus vulnérables. Cette catégorie peut concerner divers types de voies, notamment les rues où la fréquentation par les modes doux est particulièrement élevée en raison de la proximité de commerces et de services (écoles...) ; les rues dont l'unique fonction circulatoire est la desserte locale de quartiers résidentiels, pavillonnaires ou d'habitat collectif ; les voies urbaines situées dans des centres historiques d'intérêt touristique ; les voies dont les emprises limitées ne permettent pas l'aménagement de cheminements réservés aux modes doux.

Le traitement et l'aménagement de l'espace public doivent donner l'impression que les véhicules circulent sur un espace piéton. Pour cette raison, la délimitation de cheminements piétons, sur trottoirs par exemple, n'est pas souhaitable. Hormis ce point, les règles d'aménagement en zone 30 peuvent être appliquées. Il est important de noter que les zones de circulation apaisée (zones 30 et de rencontre) peuvent accueillir parfois les transports en commun et les aménagements doivent tenir compte de leur rayon de braquage.

5-2-5- Aires piétonnes

Ces espaces publics sont entièrement dédiés aux piétons de façon quasi permanente. Les vélos y sont admis à condition qu'ils roulent au pas et ne gênent pas les piétons. L'aire piétonne peut couvrir une rue, une place ou un ensemble de voiries. Elle peut être plus ou moins étendue, mais doit être créée en englobant l'intégralité de l'espace public pris dans son ensemble. Pour cette raison, un trottoir ne peut pas être assimilé à une aire piétonne. Ces espaces sont limités aux zones commerçantes de centre-ville et aux rues à caractère historique ou encore aux zones accueillant des activités de détente et de loisirs.

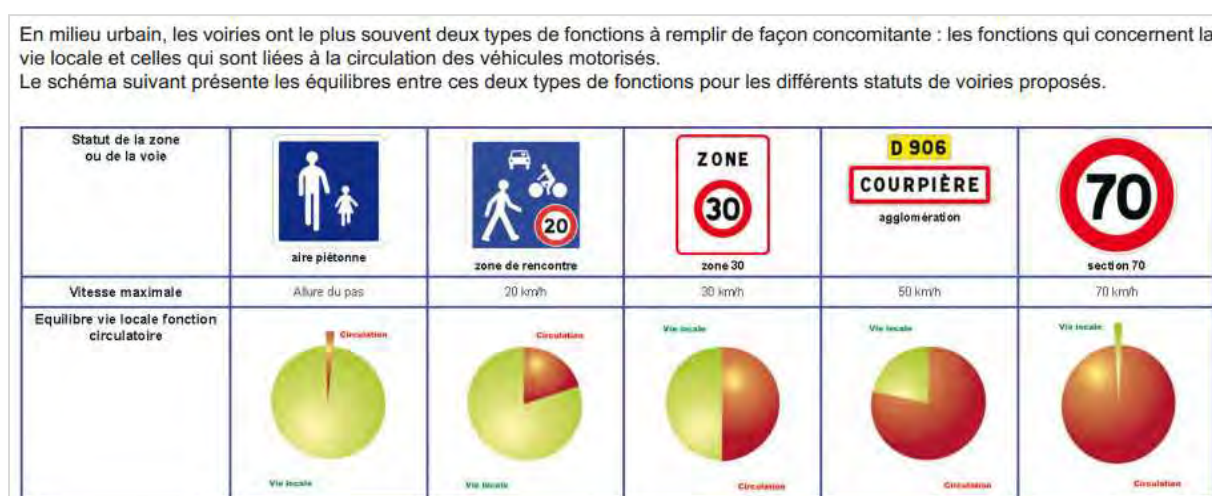


Figure 24, Équilibre entre la vie locale et la circulation des véhicules motorisés. Source : CERTU, 2008.

Lorsqu'on parle de la catégorisation des voies urbaines, il est aussi important de citer les voies réservées aux transports en commun et aux taxis qui favoriseront l'usage de ces moyens de transport tout en facilitant l'accès au centre-ville. Le transport individuel motorisé n'y est pas admis. La comptabilité avec la circulation à bicyclette doit être vérifiée au cas par cas. Et les pistes cyclables séparées assurent une liberté de mouvement sans exposer les usagers aux risques de la circulation motorisée.

5-3- Hiérarchisation du réseau

La circulation a longtemps été assimilée de façon réductrice à des écoulements de flux dans des canalisations. Les rues étant les tuyaux, les voitures, les deux roues et les piétons sont les flux. Les problèmes de fluidité ont souvent été résolus sur le principe d'augmentation du diamètre des tuyaux et la minimisation des dérivations. Ce concept rapporté à l'urbain a généré les effets connus maintenant sur la sécurité, la congestion, la qualité de vie, la pollution. Les voies à fortes

circulations privilégient le flux principal, les voies secondaires n'étant pas de fait prioritaires. Mais ce raisonnement est inadapté dans le tissu aggloméré.

Dans son rapport en 1963, Buchanan a utilisé le terme « hiérarchisation » pour distinguer les voies de fort trafic des voies mineures destinées à l'accès aux bâtiments. Cette distinction a pour but d'assurer l'efficacité des routes principales en termes de circulation. Mais la notion de vie locale est importante avec la création de « zones d'environnement » préservées du trafic. Dans le rapport de Buchanan il n'y a aucune notion de valeur mais plutôt une classification des voies en fonction de leur usage principal. Buchanan distingue alors trois niveaux de voie et des zones d'environnement.

Aujourd'hui, les concepts de « concentration » qui, selon Buchanan, visaient à concentrer la circulation sur de grandes artères et à préserver les zones habituées, sont de plus en plus abandonnés au profit d'une approche intégrée de la circulation routière compatible avec la ville dans la traversée des zones construites. On considère qu'une concentration modérée de la circulation automobile sur des artères urbaines est une meilleure solution ; on l'accompagne de mesures de compensation pour conserver une qualité de vie acceptable et une accessibilité relative aux zones habitées – ce qui épargne aux habitants et aux activités économiques d'insurmontables problèmes d'accès – ainsi que de mesures de maîtrise de la circulation (réduction de la vitesse) sur l'ensemble de la zone. La hiérarchisation du réseau routier est donc un classement des voies sur la base du type et du volume de trafic qu'elles seront amenées à écouler. L'échelle de territoire que couvre une voirie influence son niveau hiérarchique. Le but de la hiérarchisation est de savoir par quelles voiries le trafic passe et quel type de trafic y passe (flux et composition). Elle est donc très utile en termes de gestion du réseau et de circulation puisqu'elle donne des critères de choix d'aménagement (CERTU, 2008).

Les formes de hiérarchisation possibles sont multiples. Pour les voies en milieu urbain, elles sont encore plus complexes que celles existantes pour les routes interurbaines. Quant aux hiérarchies on peut trouver plusieurs définitions qui correspondent peu ou prou à des spécialités scientifiques ou professionnelles.

5-3-1- Formes de hiérarchisation du réseau

5-3-1-1- La hiérarchie symbolique

C'est celle de l'image de la ville ou des images mentales qui servent à « voir » la ville. Cette notion s'appuie sur l'idée que la ville doit être porteuse de sens, de symboles. Il y a donc des lieux forts

qui font pendant à d'autres choses plus communes. Cette notion de hiérarchie symbolique a probablement atteint son maximum conceptuel avec les théoriciens de la Renaissance italienne qui ont affirmé la nécessité de la perspective urbaine, de la force et de la symbolique de certains monuments ou de certains espaces, et qui ont développé la notion de mise en scène urbaine.

A contrario, cette notion de hiérarchie symbolique a certainement atteint son point bas avec l'école fonctionnaliste en urbanisme (CIAM) qui a affirmé le refus de la différenciation urbaine : pas de mise en scène, homogénéisation architecturale, refus de l'ordonnancement, uniformisation des signes. Cette notion de hiérarchie symbolique met donc en avant le fait que la ville doit être lisible, que l'on doit pouvoir s'y repérer facilement et en avoir une image claire quant à sa structure, et sur le fait que des lieux ou édifices ont un rôle majeur comme signal ou symbole : l'église, l'hôtel de ville, le théâtre, la place centrale, le marché, la gare, le grand boulevard, etc. Ces lieux ou édifices doivent donc recevoir un traitement particulier dans le contexte urbain pour qu'ils deviennent autant de points de repère ou d'objets d'identification. La voie participe complètement à ce traitement puisqu'on lui assigne comme rôle d'amener le regard ou l'intérêt vers le monument et d'organiser les axes, les perspectives autour de celui-ci.

Au plan symbolique encore, certaines voies prennent une signification majeure parce qu'elles constituent une ossature supérieure qui va rendre plus intelligible la structure de la ville. C'est le cas des grands axes, des grands boulevards qui constituent une sorte de squelette urbain dans l'univers perceptif de l'usager. Leur traitement (gabarit, plantation d'alignement, l'architecture qui les environne) est là pour signifier cette qualité d'axe majeur. Dans certains cas, l'architecture des façades encadrant ces boulevards est imposée pour garantir l'image de tels lieux. Ces axes majeurs et ces lieux chargés de symboles produisent à leur tour une sorte de superstructure de la ville.



Figure 25, Hiérarchisation symbolique du réseau viaire - Réseau routier à Paris autour de la place étoile.

Quand elle est bien faite c'est un squelette, une ossature globale qui va servir à fixer les repères des usagers quand ils se déplacent, et au-delà les représentations des gens sur chaque ville en la caractérisant. Ce squelette est aussi souvent le support d'un maillage qui va ensuite générer tel ou tel type de tissu (le plan de Cerda à Barcelone par exemple). Cette hiérarchisation symbolique de la ville opère donc essentiellement au niveau de la perception et des représentations physiques. Elle va faire que la ville va être perçue comme belle, pratique, plaisante, voire majestueuse, ou bien tout le contraire.

5-3-1-2- La hiérarchisation fonctionnelle

À la fin des années soixante-dix, la classification du réseau est fortement utilisée par les ingénieurs de la circulation. Cette classification a pu prendre un sens ambigu en introduisant une notion de « valeur des voies ». L'autoroute représentait alors le niveau le plus élevé de la hiérarchie où la demande de trafic était très forte et les voies de desserte étaient le niveau le plus bas. Le terme utilisé pour y faire référence est souvent celui de « différenciation fonctionnelle » ou « hiérarchisation fonctionnelle » (OCDE, 1979). La fonction principale des voies la plus fréquemment retenue est celle de la circulation. Quel que soit leur niveau hiérarchique, les voies accueillent en proportion variable selon l'endroit traversé les trois fonctions de circulation :

- La fonction de transit ;
- La fonction de collecte ;
- La fonction de desserte.

La voirie est le plus souvent aménagée en fonction du trafic. Son rôle n'est souvent entrevu que sous l'aspect « permettre les déplacements automobiles », et au travers des classifications, les voies sont répertoriées selon le type de déplacement qu'elles engendrent. De nombreuses classifications des voies existent et peuvent préciser de façon plus ou moins fine les niveaux hiérarchiques. Le rapport OCDE de 1979 fait référence à la « hiérarchisation fonctionnelle » utilisée en Grande-Bretagne :

- Les rues distributrices primaires : elles constituent la trame de la ville et drainent les flux principaux entrant ou sortant de la ville et internes à la ville ;
- Les rues distributrices de quartier : elles forment le lien entre les différents quartiers et entre les deux autres niveaux de voie ;
- Les rues distributrices locales : elles assurent les déplacements à l'intérieur des quartiers.

Aujourd'hui avec l'expérience acquise sur les zones 30 et l'exemple des pays européens, en Allemagne notamment, une hiérarchie reposant sur deux grands niveaux est couramment conseillée avec :

- Des voies principales où la fonction circulatoire est prépondérante sur la fonction vie locale. Elles comprennent les artères urbaines et les voies de distribution. La vitesse sur ces voies est en général limitée à 50 km/h, voire 70 km/h si la circulation est largement prépondérante sur la vie locale. L'organisation de l'espace sur ces voies est en principe structurée (carrefours, traversées piétonnes...) ;
- Les zones de circulation apaisée qui sont généralisées sur une grande partie du territoire urbain pour privilégier la vie locale et assurer la sécurité des différents usages du réseau, en modérant les vitesses et en éliminant les trafics parasites dans ces zones.

En milieu urbain et selon la connexion des voies urbaine avec leur environnement, il est possible de distinguer deux types de ces voies :

- Les voies « isolées de leur environnement », il s'agit des autoroutes et des voies express urbaines ;
- Les voies « connectées avec leur environnement urbain » qui sont classées en voies principales (artères urbaines et voies de distribution) et voies de desserte locale.

Les voies peuvent aussi être réparties en quatre classes selon les types de liaison qu'elles assurent dans l'ensemble urbain mais aussi par rapport à l'intensité et aux types de trafic qu'elles supportent :

- Les voies de type autoroutier (autoroute et voies rapides urbaines) : elles écoulent la circulation générale de transit dans l'agglomération ;
- Les voies artérielles : elles supportent un trafic important, leur vocation est de relier les quartiers de la ville ;
- Les voies de distribution : elles permettent les déplacements internes aux quartiers,
- Les voies de desserte : elles assurent l'accès aux habitations et aux diverses activités urbaines à vitesse réduite (CERTU, 1998).



Figure 26, La répartition des fonctions des voies urbaines selon leur niveau hiérarchique. Source : CERTU, 2008.

Ainsi, pour les voies de transit et les voies artérielles, le trafic de transit est très fort et prédominant et le trafic interne très faible. Pour les voies de distribution, le trafic de transit est faible, mais il peut y avoir beaucoup d'échanges locaux entre quartiers adjacents par exemple, et surtout beaucoup de trafic interne. Pour les voies de desserte, enfin, le trafic interne est le type dominant.

Cependant, la voie en milieu urbain n'assure plus le seul écoulement des véhicules, la fonction sociale s'ajoute aux fonctions de circulation pour en faire un espace de vie locale se superposant à l'espace de déplacement. Aujourd'hui, certains documents de référence commencent à prendre en compte la notion de vie locale et plus seulement la fonction de circulation. La voie urbaine est alors abordée sous un angle fonctionnel par l'analyse des déplacements tous modes, avec comme seule réponse des mesures visant à augmenter la fluidité. La réflexion doit alors clarifier la typologie des voies selon les activités et fonctions urbaines. Elle doit s'intéresser à tous les modes de déplacement et veiller à la bonne cohabitation des usages et des usagers du réseau. Le plan de déplacements urbains donne l'occasion d'examiner la hiérarchisation du réseau, il est devenu un outil de base pour les aménagements futurs des voies et sert de référence pour tous

les acteurs. La définition de la classe de la voie est faite selon la préférence accordée à telle ou telle fonction. Les caractéristiques souhaitées pour ces classes doivent correspondre aux objectifs initialement prévus dans le PDU : partage de la voirie, développement des modes doux, sécurité des usagers. Les mesures correspondantes relèvent généralement de dispositifs de modération de vitesse. Au-delà de l'approche des différents modes de déplacements, la rue doit aussi être vivable pour les riverains et s'intégrer à l'agglomération.

5-3-2- Éléments des différents types des voies urbaines

Bien que les aménagements des voies urbaines varient de pays en pays, de ville en ville, et même au sein de ces villes, ils partagent un certain nombre de caractéristiques communes. Le processus de l'aménagement du réseau doit passer par une approche multidisciplinaire (spécialistes de la circulation, urbanistes, architectes...) et par un dialogue entre décideurs, techniciens et habitants (importance de la participation du public). Le choix de la configuration des voies peut être lié principalement aux facteurs suivants :

- Relation entre la voie et l'environnement urbain ;
- Traitement des différents types d'usagers ;
- Vitesse appropriée compatible avec l'usage de la voie ;
- Traitement des accès et des carrefours ;
- Traitement du stationnement ;
- Traitement du « paysage de la rue » (plantations, « mobilier urbain »).

Les critères fonctionnels seraient liés essentiellement à la nature (transit/local) et au volume du trafic, tandis que les caractères significatifs pour l'utilisateur pourraient être réduits à trois paramètres : séparation des chaussées, traitement des points d'échange (carrefours plans, carrefours dénivelés) et limitation ou non des accès et des types d'usagers admis (ASHTOO, 2001).

5-3-2-1- Les voies structurantes à caractéristiques autoroutières

Elles peuvent être assimilées à des sites propres destinés à la circulation automobile. Elles sont destinées à assurer l'efficacité dans le mouvement d'un gros volume de trafic à grandes vitesses. Ce trafic peut comporter une part importante de transit et d'échange. Elles sont interdites d'accès aux piétons et aux cyclistes et ne comportent pas d'accès riverains. Les points d'échanges y sont dénivelés ce qui leur confère une importante capacité. Ce type de voies représentent le « niveau 1 » dans la hiérarchisation du réseau ne sera pas pris en compte dans notre travail à

cause de l'absence de connexion avec l'environnement urbain, donc il n'existe pas d'habitats limitrophes de ces voies.



Figure 27, Autoroute urbaine, « niveau 1 ». Source : AASHTO, 2001.

5-3-2-2- Les artères urbaines

Ce sont des voies structurantes du réseau urbain dont la vocation principale est de relier les différents pôles et quartiers d'une agglomération. La priorité est donnée à la circulation automobile, avec la séparation des différents modes de déplacements. Le volume et la composition du trafic de ces voies sont à moduler en fonction des caractéristiques de la voie et de la capacité des carrefours. La vitesse peut être à 50 km/h (cas général) ou à 70 km/h (axe à vitesse relevée). L'accès aux riverains est limité dans la mesure cela peut nuire à la fluidité du trafic et avec des possibilités des voies latérales de circulation apaisée.

La fonction circulatoire des voies artérielles est forte mais les autres usages (activités, commerces, piétons, deux-roues) doivent y trouver leur place. Cela conduit à prévoir des espaces réservés à chaque type d'usage : chaussée pour la circulation, trottoir pour les piétons,

bandes ou pistes cyclables pour les usagers du vélo, éventuellement contre-allées pour le stationnement et l'accès aux activités riveraines.



Figure 28, Artère urbaine « Niveau 2 ». Avenue Julien Lagache à Roubaix (Photos par Mahran Haidar).

Les intersections de ces voies sont équipées de feux tricolores pour une séparation temporelle des modes, ou par des giratoires qui indiquent le changement de milieu circulé. Des bandes ou des pistes cyclables peuvent exister sur ces voies. Dans de nombreuses villes, les voies artérielles sont disposées en voies de contournement ou pénétrantes des agglomérations. Dans notre travail ces voies représentent « le niveau 2 » de la hiérarchisation du réseau.

5-3-2-3- Les voies de distribution

Ces rues assurent les déplacements internes à un quartier. La fonction circulation y est plus importante que dans les voies de desserte, les piétons et les deux-roues doivent s'y trouver à l'aise. Les voies de distribution ont des aspects intermédiaires entre les deux autres voies urbaines (artères urbaines et voies de desserte locale) et assurent souvent le lien entre elles. Ces rues ont une double fonction, elles collectent ou distribuent le trafic entre les artères et les voies locales d'une part, et assurent l'accès aux habitations et aux autres propriétés d'autre part.

Pour ces raisons, il est difficile de présenter des critères d'aménagement distincts pour les voies de distribution, cependant, là où il existe des différences importantes par rapport aux critères utilisés dans la conception d'autres classes fonctionnelles, l'aménagement doit être tel que tous les usagers cohabitent harmonieusement. La vitesse pratiquée ne doit pas y dépasser 50 km/h. Deux voies de circulation ainsi que le stationnement latéral caractérisent la plupart des voies de distribution. Ces voies constituent le « niveau 3 » de la hiérarchisation du réseau dans notre travail.



Figure 29, Voies de distribution « Niveau 3 », (a) Rue du Coq français à Roubaix (b) Boulevard de la liberté – (Photos par Mahran Haidar).

Les trottoirs devraient être aménagés sur les deux côtés de ces voies pour assurer le déplacement des piétons.

5-3-2-4- Les voies de desserte

Ces voies constituent une forte proportion du réseau routier. Ce sont des rues dont la vocation première est l'accès aux habitations et aux diverses activités urbaines. La fonction circulatoire ne doit pas y être prépondérante, mais au contraire, tout doit être fait au niveau de l'aménagement et de l'exploitation pour :

- Créer un environnement harmonieux pour les riverains ;
- Favoriser les cheminements des piétons et des deux-roues ;
- Réduire les vitesses ;
- Limiter le volume de trafic qui les emprunte ;
- Permettre le stationnement.



Figure 30, Voies de desserte locale « niveaux 4 et 5 », a) Rue de l'industrie à Roubaix ; b) Rue de Crouy à Roubaix – (Photos par Mahran Haidar).

Bien que la fonction principale de ces voies soit l'accès aux riverains, elles servent parfois une quantité limitée du trafic de transit de nature locale (livraison...). Les vitesses de ces voies allant de 20 à 50 km/h. Dans le réseau typique, les intersections rapprochées limitent généralement la

vitesse des véhicules. Traditionnellement, ces rues sont conçues avec une section transversale standard à deux voies. L'aménagement par des stationnements latéraux est classique sur ces voies et les intersections doivent être conçues avec une distance suffisante de visibilité. Ces voies regroupent les « niveaux 4 et 5 » de la hiérarchisation du réseau. Puisque la différence entre les deux niveaux est liée à la vitesse. Les voies de « niveau 5 » constituent les voies de circulation apaisée (zone 30, zone de rencontre et aire piétonne).

5-3-3- Perception et comportement des usagers des voies urbaines

Comme indiqué précédemment, les usagers de la voie doivent pouvoir comprendre facilement la structure urbaine et routière. Il s'agit donc de subdiviser le réseau viaire en un nombre limité de niveaux hiérarchiques de voies, étroitement liées à leur fonction et à la morphologie de la ville. Pourtant, le système de voirie urbaine ne doit pas être créé d'après la seule fonction technique des voies. Le comportement des usagers doit aussi entrer en ligne de compte. La voie doit être adaptée à sa fonction, mais aussi à la perception de ceux qui l'empruntent. L'aménagement est un bon moyen pour faciliter la « lecture » des voies par leurs usagers (gestion de la circulation par la conception). Différents moyens (par exemple : organisation du réseau routier, géométrie, équipement routier, utilisation de matériaux, de végétation et de constructions) permettent de donner aux usagers une impression visuelle de la fonction de la voie, de type de la zone traversée et de la vitesse correspondante, et d'adopter intuitivement un comportement approprié. La hiérarchisation du réseau doit assurer la régulation de la circulation et de l'espace public. Un réseau clairement structuré, subdivisé en voies principales, permet à l'usager de choisir plus facilement son itinéraire et de mieux trouver sa destination. En outre, un réseau qui structure et organise les voies et leurs abords selon des conditions définies favorise un bon comportement des usagers de l'espace public.

À l'heure actuelle, la nécessité d'améliorer à la fois la sécurité de la circulation et l'environnement en milieu urbain débouche sur une approche d'aménagement reposant sur la notion de « modération » de la circulation. Dans ce concept, il s'agit de réduire sensiblement la prédominance du trafic motorisé dans les zones urbaines, tout en incitant les conducteurs à diminuer et à contrôler leur vitesse ainsi qu'à tenir davantage compte des acteurs naturels de la rue que sont les piétons et les cyclistes. La modération de la circulation porte sur des zones urbaines entières, ainsi que sur certaines parties des voies principales. Ce concept est applicable non seulement aux nouvelles implantations, mais également à la reconstruction de zones préexistantes. L'aménagement des voies doit donc reposer en grande partie sur la nécessité

d'obtenir des usagers un comportement conforme aux conditions de circulation et à l'environnement urbain.

En fait, les conditions de sécurité et d'environnement d'une voie urbaine, la capacité nécessaire et la vitesse de circulation désirée exigent une gestion adaptée de la circulation. Les politiques d'écoulement de la circulation ne doivent pas imposer trop de restrictions (entrée interdite, sens unique, etc.) ni entraver les accès locaux. Pourtant, l'aménagement des voies urbaines au profit de la cohabitation des différentes fonctions par la modération des vitesses peut répondre à différents enjeux de l'organisation du réseau viaire.

5-3-4- les enjeux sur la hiérarchie urbaine

Les différentes classifications des hiérarchies urbaines ne se recoupent pas forcément (de plus, elles relèvent de compétences techniques différentes).

Une grande avenue prestigieuse peut être aussi une voie importante de connexion interquartiers et recevoir de gros débits (convergence des niveaux hiérarchiques). Mais une grande avenue plantée (fonction symbolique forte) peut avoir un rôle structurel moyen et être totalement inefficace en matière de déplacements (piétonisation, etc.)

Inversement, une rue étroite (fonction symbolique faible) peut devenir un lieu de conflit important entre les modes de déplacements différents et assurer une fonction d'échanges importants (en liaison et en débit malgré un gabarit qui n'est pas fait pour ça) parce qu'il y a un manque quelque part dans le réseau urbain.

Il n'en reste pas moins que ces différents systèmes hiérarchiques constituent l'armature urbaine et sont donc générateurs de la production urbaine puisque les voies déterminent les îlots, les espaces bâtis et donc la ville. Il faut d'ailleurs noter tout de suite que ce raisonnement contient un présupposé qui est que l'urbain et la morphologie urbaine s'organisent ou se créent à partir de la voie. Cela a été très vrai à l'époque classique ou à l'Europe Haussmannienne où la voie a été l'élément générateur des lots bâtis et où elle avait un effet structurant très fort sur la forme urbaine. Ça l'est beaucoup moins pour la période fonctionnaliste où l'on n'a plus tellement eu recours à la voie pour cet effet structurant, et où l'on a davantage fait appel à des concepts comme le plan-masse et le zoning comme éléments générateurs du bâti. Cette remarque est importante, car ces notions sont la plupart du temps beaucoup plus implicites qu'explicites et faussent en partie un certain nombre d'approches et les rôles de la voie depuis une cinquantaine d'années.

Ainsi, s'il est relativement facile de classer les hiérarchies suivant un paramètre, la difficulté surgit quand on s'efforce de synthétiser sur une même idée ou un même espace, les différentes attributions de la voirie.

La hiérarchie urbaine dont parle un urbaniste n'est pas forcément celle dont parle l'ingénieur de trafic, quelquefois elles se recoupent, d'autres fois elles s'opposent. Par ailleurs, les priorités changent avec l'époque. Pour ne reprendre que les quarante dernières années, la philosophie a changé du tout ou tout sans toutefois prendre le soin de situer réellement les avantages et les inconvénients de chaque parti pris. Dans le milieu des années quatre-vingt, on est revenu à des positions plus nuancées considérant que la voiture, le piéton, le cycliste pouvait parfois cohabiter sur certains espaces.

CHAPITRE 6

APPROCHE GÉOGRAPHIQUE DU RISQUE ROUTIER - SIG OUTIL D'ANALYSE ET D'AIDE À LA DÉCISION

Dans ce travail, l'utilisation du système d'information géographique permet de mettre en relation les diverses couches de données d'un point de vue spatial. Dans ce contexte, le SIG doit être un outil de connaissance des territoires par la cartographie de leurs caractéristiques et la répartition des fonctions urbaines (densité urbaine, continuité ou disparité des espaces...), par le réseau des voies urbaines qui structurent l'espace urbain et les caractéristiques des flux de déplacements. D'autre part, le SIG doit être un moyen de gestion de l'évaluation de la hiérarchisation du réseau par la représentation et le suivi des outils de l'aménagement mis en œuvre et leur influence sur le risque routier.

6-1- Définition du risque : qu'est-ce que le risque routier ?

Le risque, en général, résulte de multiples aléas⁷, et de facteurs (phénomènes naturels ou anthropiques) qui surviennent en général de façon imprévue (tout du moins dans leur ampleur ou leur lieu et temps d'occurrence précis). Il se distingue notamment du danger, qui suppose la possibilité d'un dommage grave à la santé de l'homme, à ses biens ou à son environnement (Blancher, 1995). Deux dimensions du risque sont importantes, la probabilité d'occurrence de l'aléa et les conséquences. Le risque majeur (catastrophe) a une probabilité de réalisation faible mais des conséquences très importantes. Le risque est une notion importante dans divers domaines (de l'industrie, de l'environnement, de la santé...). Parallèlement à la prise de décision, la gestion du risque consiste en l'évaluation et l'anticipation des risques, ainsi qu'à la mise en place d'un système de surveillance et de collecte systématique des données pour déclencher les

⁷ Aléa : les conséquences de l'action entreprise ne sont pas totalement prévisibles.

alertes. Pour analyser le risque, plusieurs étapes successives doivent être prises (identification des facteurs, estimation du risque, évaluation des conséquences sociales, financières...) pour contrôler le risque (Huguenin-Richard, 2000).

Les risques routiers sont associés aux dangers liés à la circulation automobile. Ils résultent de multiples facteurs : les caractéristiques socio-économiques inhérentes à l'usager de l'espace public (âge, sexe, PCS, mode de vie...), les caractéristiques de la mobilité (mode, motif, distance et temps de déplacement), les facteurs comportementaux (excès de vitesse, alcool au volant, usage de téléphone mobile...) et les facteurs liés à l'environnement urbain et la configuration du réseau viaire. Ils peuvent être analysés à différents niveaux :

- au niveau écologique, c'est l'expression d'un danger rapporté à des périodes de temps, à des groupes d'individus ou à un territoire. L'analyse à conduire est d'ordre collectif et agrégé. Ce type d'analyse est moins pratiqué en accidentologie, sauf lorsqu'il s'agit d'étudier les variations du risque dans le temps ou dans les espaces. À ce sujet, de nombreuses méthodes ont été mises au point afin de dégager les grandes tendances et les facteurs de risque (Le Breton, 1997).
- au niveau individuel, le risque routier représente la probabilité de survenue d'un accident de la circulation pour un individu ou strate d'individus possédant des caractères distincts ou sur une période donnée. L'analyse est dite épidémiologique.

Les facteurs de risque sont la notion centrale de l'épidémiologie. Cette dernière est l'étude de la distribution des états de santé et de leurs déterminants dans les populations humaines. Elle est utilisée dans les recherches en accidentologie concernant les impliqués des accidents de la route. Les principes et méthodes de l'épidémiologie s'articulent autour de la notion de risque (probabilité d'être malade) et de facteur de risque (variable ayant une influence sur le risque). Les facteurs de risque ne sont pratiquement jamais une cause nécessaire ou suffisante. Il existe en effet des malades sans facteurs de risque et de nombreux non malades avec facteurs de risque au niveau individuel. La causalité se situe au niveau des probabilités. Un des objectifs de l'épidémiologie est d'établir un modèle permettant d'évaluer la probabilité d'être malade, en fonction de facteurs de risque à déterminer. En accidentologie, les facteurs de risques sont, par exemple, la consommation d'alcool, l'état du véhicule, la vitesse, etc.

L'épidémiologie s'est intéressée aux distributions spatiales des phénomènes et des passerelles ont été établies entre l'épidémiologie et la géographie. Mais des travaux ont montré une « double surdité » de la part des épidémiologistes pour les analyses spatiales et de la part des géographes pour la santé (Salem, 1995). Les premiers les considèrent « comme une science de l'inventaire »

et les seconds comme une spécificité de la géographie tropicale (Lacoste, 1993, cité par Salem, 1995). L'auteur montre les intérêts des liens entre la géographie et les différents risques sanitaires : « l'objectif d'un géographe est moins en effet de mettre à jour la géographie d'un indicateur de santé fut-il synthétique que de montrer les différentes composantes d'un état de santé en un lieu et leurs déterminants à la fois naturels et sociaux. Autrement dit, il s'agit de montrer les combinaisons de facteurs qui, sur un espace donné, exposent différemment des populations à certains risques pathogènes, exogènes et qui distribuent inégalement dans l'espace des populations exposées à tel ou tel risque propre (génétique, etc.) » (Salem, 1995). La géographie permet donc de mettre au jour des facteurs de risque liés à l'espace, ce qui manque à la compréhension des inégalités des risques liés aux déplacements.

Les risques d'accidents apparaissent alors comme un élément géographique associé à l'individu qui se déplace à un moment donné dans l'espace aménagé de façons différentes. Parmi les concepts du géographe, le territoire permet de considérer conjointement l'espace, les individus et la gestion du territoire, démarche novatrice pour l'analyse des risques d'accidents. L'intérêt de la géographie réside particulièrement dans sa prise en compte de la diversité des territoires, diversité tant spatiale que sociale. Cette diversité influence l'insécurité des espaces et des risques de population. (Fleury et *al.*, 2009).

La géographie propose en effet des outils pour passer de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique. Dans le cadre d'une analyse géographique de l'insécurité, une concentration d'accidents peut être replacée à différentes échelles afin de comprendre les différents facteurs en jeu : à l'échelle locale, la structure de la voirie a une influence ; à l'échelle du quartier, les déplacements de proximité et les degrés d'appropriation de l'espace public jouent un rôle, et enfin à l'échelle de l'agglomération, l'organisation des déplacements est déterminante. De plus, dans le cadre d'une analyse des inégalités des risques, deux niveaux peuvent être analysés : le niveau individuel et le niveau des caractéristiques du réseau viaire.

Encadré

Accident corporel (de la circulation routière) : tout accident impliquant au moins un véhicule routier en mouvement, survenant sur une voie ouverte à la circulation publique, et dans lequel au moins une personne est blessée ou tuée. Les « blessées » sont les victimes d'accidents ayant subi un traumatisme nécessitant un traitement médical (avec ou sans hospitalisation). Les « tuées » sont les victimes d'accidents décédées sur le coup ou dans les trente jours qui suivent l'accident. Dans le texte, le mot « accident » sera à entendre dans le sens « d'accident corporel » de la circulation routière.

Impliqué : personne ayant été partie prenante dans un accident, soit en tant que piéton, soit en tant qu'occupant (conducteur ou passager) d'un véhicule (automobile, deux-roues motorisé, vélo...). Ce terme est utilisé par les forces de l'ordre lors du recensement des accidents. Les procès-verbaux distinguent cinq catégories de « personnes concernées » : les conducteurs, les passagers, les piétons, les civilement responsables et les témoins. Les trois premières catégories sont des « personnes impliquées ». Ce terme a été préféré à « usager impliqué » qui peut désigner, en dehors des piétons, soit le couple conducteur/véhicule, soit un occupant d'un véhicule, et qui est donc plus ambigu. Cette notion caractérise la participation au phénomène accidentel de façon moins partielle que la notion de blessé.

Risque d'accident : le risque est la « probabilité qu'un événement ou une situation entraîne des conséquences non souhaitées dans des conditions déterminées » (Leplat, 1995). L'évaluation objective du risque est alors « d'évaluer la probabilité par une fréquence » (Leplat, 1995). La mesure du risque d'accident est alors le nombre d'accidents rapporté à la quantité d'expositions à ce risque. Les dénominateurs sont les distances parcourues ou les temps de parcours (Chapman, 1973). Un autre dénominateur également utilisé est le nombre d'habitants vivant dans la même zone que celle dans laquelle les accidents sont recensés. Si cette mesure est souvent utilisée lors des comparaisons internationales, elle reste approximative (Orseli, 2002) et demeure difficilement interprétable à grande échelle. En revanche, cette mesure de risque permet d'évaluer le niveau de sécurité d'un site (OCDE, 1979 ; Millot, 2003).

Risque d'être impliqué dans un accident : c'est la probabilité pour une personne d'être impliquée dans un accident sur une période donnée. Elle peut être exprimée comme le rapport d'un nombre d'impliqués à une population sur une période donnée. Le point de vue de ce travail est de cibler les populations et d'étudier la probabilité pour ces populations d'occurrence de l'événement « être impliqué dans un accident » sur une période donnée. Le risque est un risque d'incidence au sens classiquement donné à ce terme en épidémiologie (Bernard, Lapointe, 1987). Dans cette façon épidémiologique d'appréhender l'insécurité, la mobilité des populations est alors considérée comme un facteur explicatif des risques des populations concernées.

De nombreux travaux de recherche ont montré que la mise en œuvre d'une approche territoriale de l'insécurité routière semble difficile à cause des rapports complexes existant entre l'insécurité routière et les différentes composantes du système urbain : nombreux acteurs

intervenant dans le système, multiplicité des dimensions à prendre en compte (techniques, spatiales, sociales, économiques, politiques...) ainsi que leurs interactions à différentes échelles. Une telle complexité rend nécessaire une réflexion sur des nouvelles méthodes et des outils d'information pour améliorer les connaissances des effets de l'aménagement urbain sur le risque routier. Dans notre étude, nous nous interrogerons sur les effets de la hiérarchisation du réseau, en tant qu'un outil de l'aménagement du territoire, sur le risque d'être impliqué dans les accidents pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents en utilisant le système d'information géographique comme un outil d'analyse du risque routier.

6-2- Approche géographique du risque routier

Du point de vue de la géographie, le territoire peut être analysé de façon systémique en tenant compte des individus, des espaces et des aménagements. D'une manière générale, la géographie s'intéresse aux caractéristiques des sociétés, à l'organisation des espaces, des réseaux et aux actions des pouvoirs publics. En ce sens, l'accident ne résulte pas d'un dysfonctionnement comportemental des usagers, mais de la confrontation des individus dans les espaces publics ou sur les réseaux aménagés de manière différente par les pouvoirs publics. Il s'agit donc d'appréhender l'accident comme un phénomène spatial lié aux dimensions sociales et économiques des populations. L'analyse des risques par type d'utilisateur est le champ privilégié des médecins, des épidémiologistes, des psychologues ou encore des sociologues. Le but est de comprendre l'insécurité du point de vue de l'individu. Les bases de données nécessaires pour réaliser de telles études doivent être individualisées. La pensée géographique sur une personne accidentée implique une prise en compte de l'espace dans lequel cet individu habite et se déplace. La géographie « s'intéresse aux relations qui caractérisent la vie des groupes humains dans leur cadre spatial » (Merlin, Choay, 1988). Les apports sont d'analyser les effets du lieu de résidence sur le risque des habitants : effet de localisation, effet de la composition sociale, effet de la hiérarchisation du réseau.

Les outils de l'analyse spatiale peuvent donc être mobilisés : analyse de la densité des points des accidents, de leur dispersion, de leur concentration. Des travaux de recherche se fondent sur l'analyse du risque routier et de la gravité des accidents (Huguenin-Richard, 2000) ou sur l'analyse spatiale des accidents des piétons en milieu urbain (Bonnet, Lassare, 2008). Ces méthodes se lient avec des outils d'analyse spatiale puisque l'introduction et le traitement de cet objet ponctuel dans un système d'information géographique (SIG) permettent de croiser des données relatives à l'insécurité des espaces et des individus avec des informations concernant les trafics, les déplacements, les formes urbaines et les compositions sociales (Medjkane, 2011).

Mais pour mener à bien ce type d'analyse, il faut une base de données qui localise à la fois les lieux de résidence et les lieux d'accident. Ces analyses ne sont donc possibles qu'après un lourd effort de codage des accidents. Cette base de données met en relation l'individu, son lieu de résidence, et son lieu d'accident. Cette approche novatrice est développée en France par (Fleury et *al.* en 2009) à partir de données extraites de procès-verbaux d'accidents. Ce travail tâchera de proposer une approche des risques et de leur gestion en tenant compte des individus et des espaces. Pour l'analyse spatiale du risque routier, l'outil d'analyse privilégié aujourd'hui est le SIG. Il est un outil informatique qui permet d'élaborer des cartes et une base de données, et en conséquence d'analyser et de concevoir une représentation d'un espace donné.

6-3- Système d'information géographique, un outil d'analyse du risque routier

Aujourd'hui, les enjeux majeurs auxquels nous avons à faire face (environnement, démographie, santé publique...) ont tous un lien étroit avec la géographie. De nombreux domaines tels que l'urbanisme, l'aménagement du territoire, la gestion des réseaux et de la circulation, la sécurité, la santé, l'économie, l'écologie... sont directement concernés par la puissance des SIG.

Le SIG est un outil capable de créer, d'organiser et de présenter des données géographiques. Il permet de gérer une multitude d'informations de tous types (photos aériennes, cartes, données chiffrées, bases de données). C'est en quelque sorte un système de gestion de bases de données (SGBD) spatiales, c'est-à-dire une base de données dont une partie au moins des objets est localisée dans l'espace (globe terrestre, pays, villes, quartiers, réseaux, adresses...). Ces capacités spécifiques font du SIG un outil s'adressant à une très grande variété d'applications. Il peut créer des cartes, intégrer tous types d'informations, mieux visualiser des scénarios, mieux présenter les idées pour mieux appréhender l'étendue des solutions possibles. À ce titre, il s'agit d'un puissant outil d'aide à la décision. La création de cartes et l'analyse géographique ne sont pas des procédés nouveaux, mais les SIG procurent une plus grande vitesse d'exécution et proposent des outils sans cesse innovants dans l'analyse, la compréhension et la résolution des problèmes.

6-3-1- Présentation de l'outil des SIG

6-3-1-1- Les couches des informations

Le SIG stocke généralement plusieurs sortes d'objets géographiques qui sont organisées sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par leurs coordonnées

géographiques. Chaque couche contient un ensemble unique de données (couche des quartiers, couche des bâtiments, couche des rues, couche des accidents, etc.) et c'est en rassemblant ces différentes couches que l'on va obtenir la carte finale comportant toutes les données géographiques voulues comme le montre la figure ci-dessous.

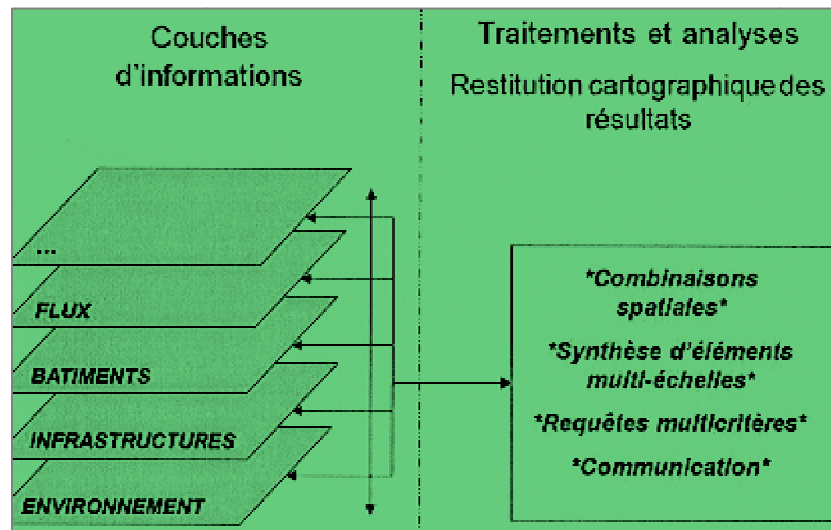


Figure 31, Superposition des couches thématiques dans l'ArcGIS.

6-3-1-2- Les références géographiques

L'usage courant du système d'information géographique est la représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial. Lorsque l'on veut étudier une carte géographique, deux types de données sont à prendre en compte :

- Les données attributaires : elles servent à une description qualitative des objets géographiques (entité classique). Il s'agit de données associées à un objet ou une localisation géographique, soit pour décrire un objet géographique, soit pour localiser des informations (nom d'une route, type de bâtiment localisé par sa parcelle ou son adresse, nombre d'habitants d'un immeuble, volume de trafic d'une rue, taux de trafic de transit, type d'aménagement cyclable, etc.).
- Les données spatiales : elles décrivent l'emplacement absolu et relatif des objets géographiques, ainsi que leur étendue.

Parmi les données spatiales géographiques, on distingue les références géographiques explicites (latitude et longitude ou grille de coordonnées nationale) et les références géographiques implicites (commune, code postal, nom de rue, adresse...). Les « données géographiques de référence » d'un SIG sont celles qui permettent de localiser les informations, non pas directement par leurs coordonnées géographiques, mais indirectement par une adresse, un numéro de parcelle ou d'îlot, dont les coordonnées sont déjà connues. Il est ainsi possible de

représenter des données statistiques ou des données de gestion sur des cartes et d'analyser leurs répartitions spatiales.

6-3-1-3- Les modèles géographiques utilisés dans le SIG

Les SIG exploitent différents types de modèles géographiques. Deux modèles sont utilisés pour numériser et stocker les données géographiques dans la base de données, les modèles « vecteur » et « raster ».

6-3-1-3-1- Le modèle vecteur

Dans ce modèle, les objets sont représentés sous forme : de points (objets ponctuels) – dans notre recherche, c'est le cas de la représentation des lieux des accidents et des adresses des impliqués dans les accidents corporels de la circulation ; de lignes (données linéaires), c'est le cas de la représentation du réseau viaire et ses niveaux hiérarchiques ; de polygones (objets surfaciques) communes, quartiers, îlots, parcelles, bâtiments. Selon l'échelle d'analyse, les formes de représentation peuvent être variées, une rue pourra être une ligne ou bien un polygone (emprise des voies), comme un bâtiment pourra être un point ou un polygone. L'avantage de ce modèle est de donner une représentation très conforme à la réalité, de calculer précisément la localisation et les dimensions des objets.

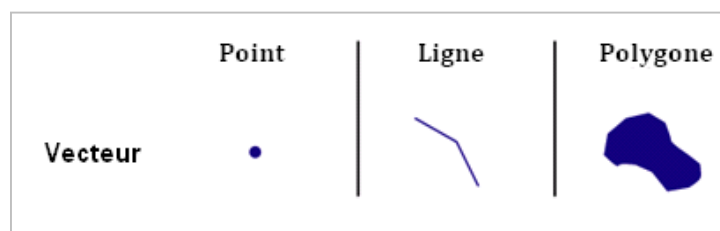


Figure 32, Primitives géométriques du mode vecteur.

Le modèle vectoriel est particulièrement utilisé pour représenter et cartographier des données discrètes. Les données vectorielles vont principalement servir pour la réalisation de cartographies statistiques. Elles permettent en effet d'individualiser des secteurs géographiques et d'y associer des attributs quantitatifs.

6-3-1-2- Le modèle raster

Ce mode, aussi appelé matriciel, décompose l'image sous forme d'une matrice ou d'une grille et associe une valeur à chaque carré élémentaire – pixel.

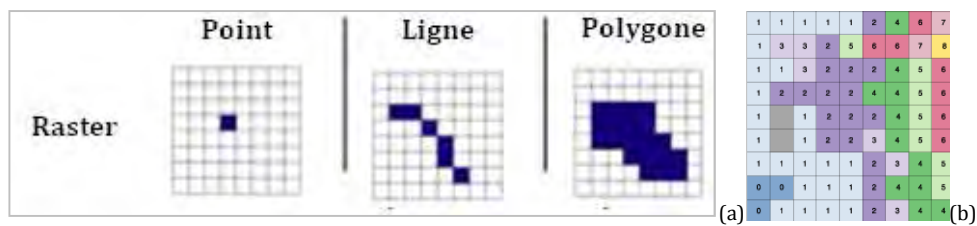


Figure 33, Modèle raster de représentation des données.
(a) : la représentation des objets géographiques ; (b) : matrice des informations avec les valeurs des carrées.

Ce mode s'applique au traitement d'images ou dans l'analyse spatiale du phénomène. Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables continues telles que la nature d'un sol... Pour réaliser des études à partir d'information raster, on utilise des fonctionnalités de traitement différentes selon que l'information est issue de sources radiométriques ou de sources statistiques. Les pixels sont répartis dans un raster de façon régulière. Les lignes et les surfaces ne peuvent être représentées que par l'enchaînement de pixels uniques. Un objet ne peut donc être représenté que de façon approximative ; c'est ainsi que la taille du pixel-raster conditionne l'exactitude de la représentation. Ce mode de représentation de données permet d'identifier la distribution et la concentration des accidents dans un espace donné.

6-3-2- Des fonctionnalités utiles à l'analyse du risque routier

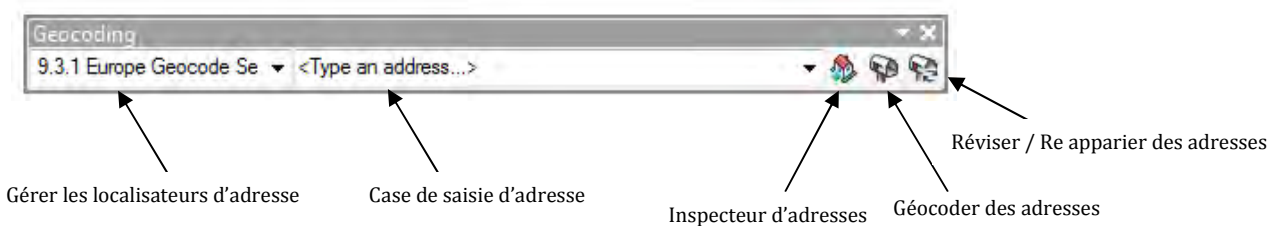
Acquisition de l'information spatiale par géocodage

L'acquisition de l'information géographique est une étape fondamentale dans l'analyse du risque routier, puisque les bases de données sociospatiales sur les impliqués dans les accidents de la circulation sont très peu nombreuses. L'ArcGIS intègre un module de géocodage, qui exploite les informations codées contenues dans les PV d'accident. Chaque adresse de l'impliqué et chaque accident sont ensuite représentés par un point et les informations codées contenues dans les PV d'accident y sont associées.

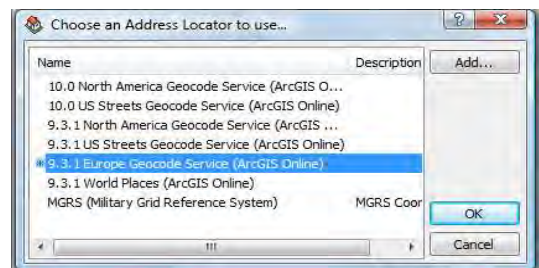
Le géocodage permet de localiser géographiquement (sur une carte) les entités d'une table comportant des adresses (par exemple, les lieux d'habitation des impliqués ou les lieux d'accident). Pour cela il doit *a priori* préparer les données avant de les géocoder. Le tableau suivant montre les données nécessaires (adresse, code postal, commune et pays) pour effectuer le géocodage.

	R	S	T	U	V
1	Adresse	Code_Postal-adresse	Communeimpliq	Pays	Niveau du voie_impliqué
2	10 BOULEVARD GAMBETTA	59200	TOURCOING	France	2
3	185 BOULEVARD GAMBETTA	59200	TOURCOING	France	2
4	332 BOULEVARD GAMBETTA	59200	TOURCOING	France	2
5	226 BOULEVARD GAMBETTA	59200	TOURCOING	France	2
6	19 BOULEVARD GAMBETTA	59200	TOURCOING	France	2
7	423 BOULEVARD GAMBETTA	59200	TOURCOING	France	2

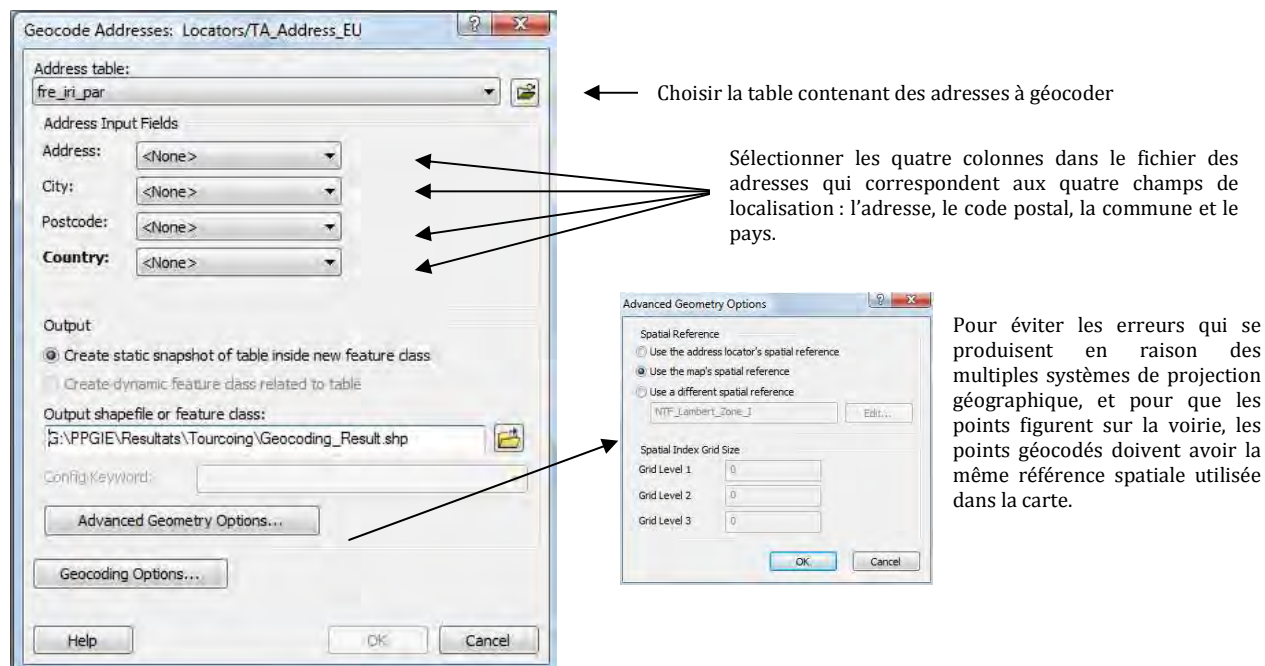
L'outil de géocodage dans ArcMap comprend la nouvelle liste « Gérer les localisateurs d'adresse » et la « zone entrée d'adresse » pour l'appariement d'adresse sur ligne unique.



- Une fois cliqué sur le bouton « *géocoder des adresses* » une fenêtre de « *localisateur d'adresse* » s'est ouverte... Pour notre travail sur la LMCU en France, il faut choisir « *Europe Geocode service (ArcGIS online)* ». L'ArcGIS va géocoder les points d'adresse avec un traitement « online » du localisateur en Europe, par conséquent avec une faible marge d'erreur.



- Une fois effectuée cette opération une nouvelle fenêtre « géocodage adresses » s'ouvre comme suivant :



En utilisant le géocodage dans ArcGIS, on réussit, par exemple dans la commune de Tourcoing, à géocoder 229 points de lieu d'habitat des impliqués, soit un pourcentage de 87 % du total, et 32 points à proximité, soit 12 % du total et 1 seul point qui ne peut pas être géocodé.

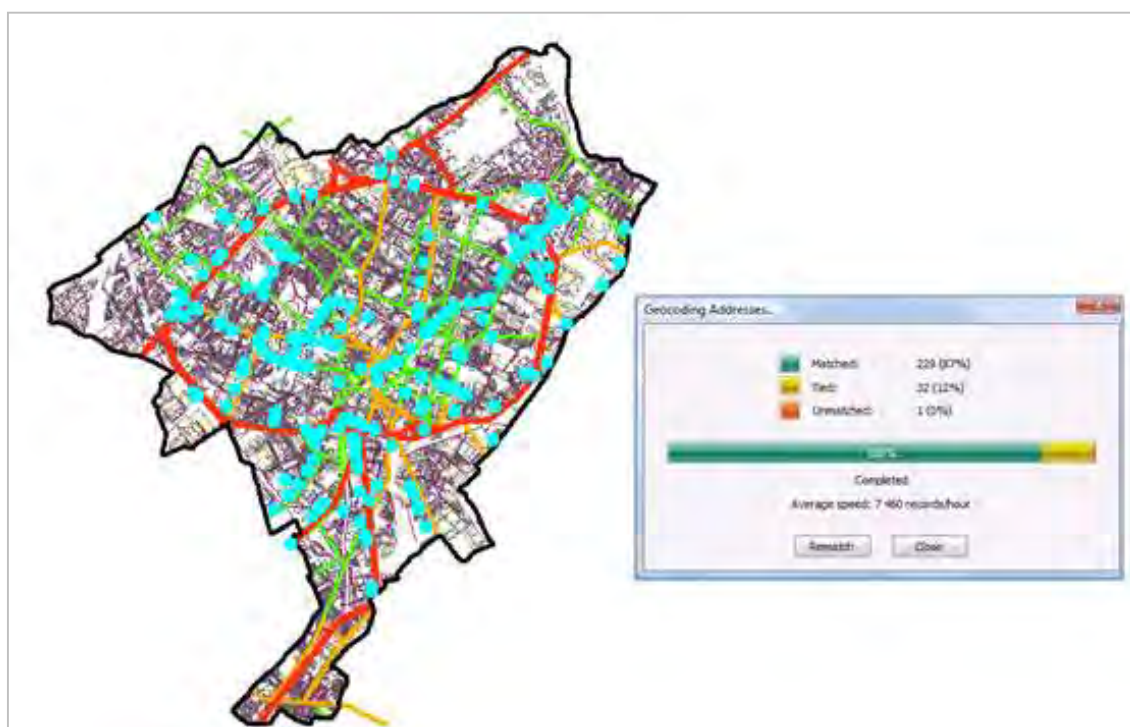


Figure 34, Géocodage des lieux de résidence des impliqués habitant dans la commune de Tourcoing

La visualisation comme moyen d'observation

Les fonctions d'affichage permettent de visualiser rapidement la répartition spatiale des accidents sur un territoire. Cette opération, pourtant simple, constitue déjà une offre pertinente de suivi de l'insécurité routière. Les techniques d'affichage de l'information sont plus ou moins évoluées. Les données sur les accidents sont souvent enrichies de couches thématiques qui permettent d'habiller et d'améliorer la lisibilité des cartes produites (voies, îlots, bâtiments, écoles, espaces verts). L'intérêt principal des systèmes d'information géographique est de superposer des informations de natures différentes. Cela permet de replacer les impliqués et leurs accidents dans leurs contextes géographiques. L'étude des liens entre risque routier et le contexte sociospatial des lieux d'habitation des impliqués dans les accidents est un moyen que nous utiliserons pour tenter d'expliquer l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier. Cependant, l'une des difficultés rencontrées en sécurité routière est le nombre important de bases de données nécessaires pour rendre compte de la réalité.

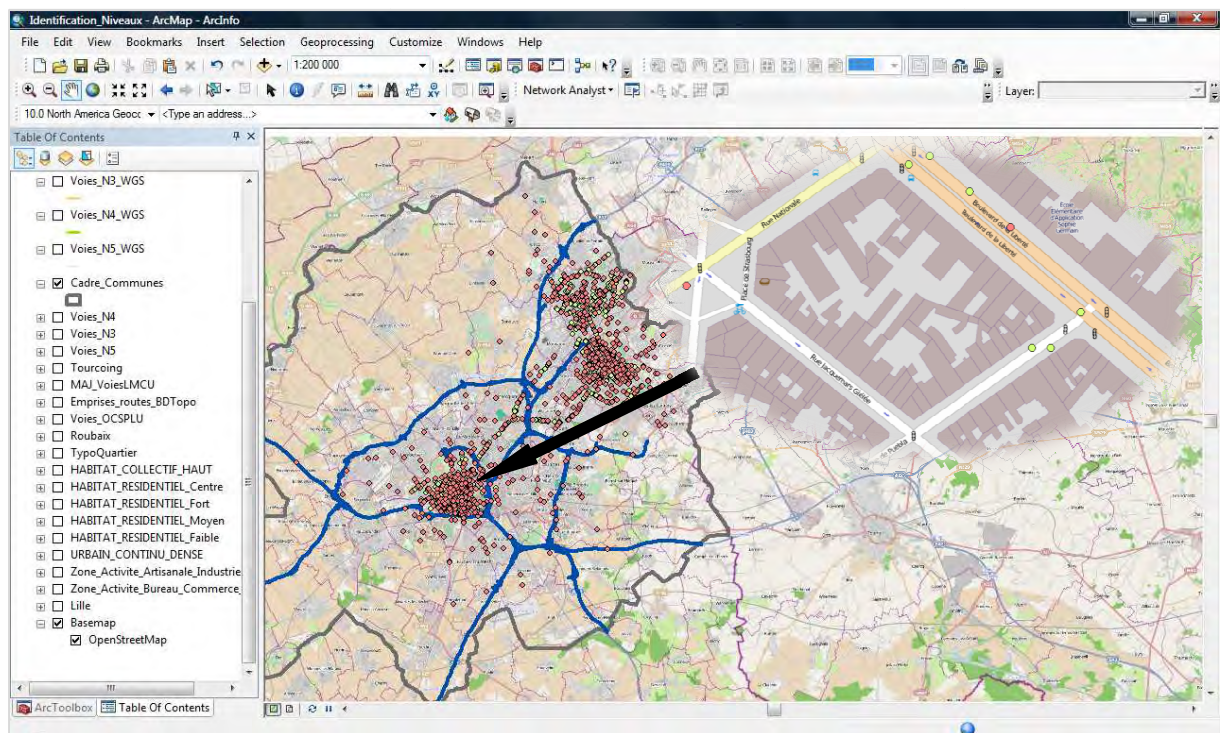


Figure 35, Visualisation de l'espace et des accidents en échelles différentes.

Des requêtes d'information utiles à l'exploration des données

Les fonctions de requête et d'interrogation de la base de données permettent de récupérer de l'information, de faire des mesures, de reclasser les données et de produire des documents de synthèse (tableaux, graphes, cartes thématiques). Les systèmes d'information géographique proposent deux types de sélections :

- Des sélections attributaires qui utilisent un langage de type SQL qui interroge la base de données alphanumériques ou un panel de formules prédéfinies.
- Des requêtes spatiales plus ou moins évoluées faites sur des critères géométriques, topologiques ou de localisation (adjacence, inclusion, intersection, à distance de...). Elles permettent de répondre à un grand nombre de questions. Par exemple, quels sont les objets (accidents) qui se trouvent à une certaine distance d'un point précis (centre-ville) ? Quels sont les objets (accidents) recoupés par une ligne (réseau) ? Quels sont les objets (accidents) inclus dans une surface (commune) ? Quels sont les objets (bâtiments) adjacents à un autre objet (voie) ? (voir les figures ci-dessous).

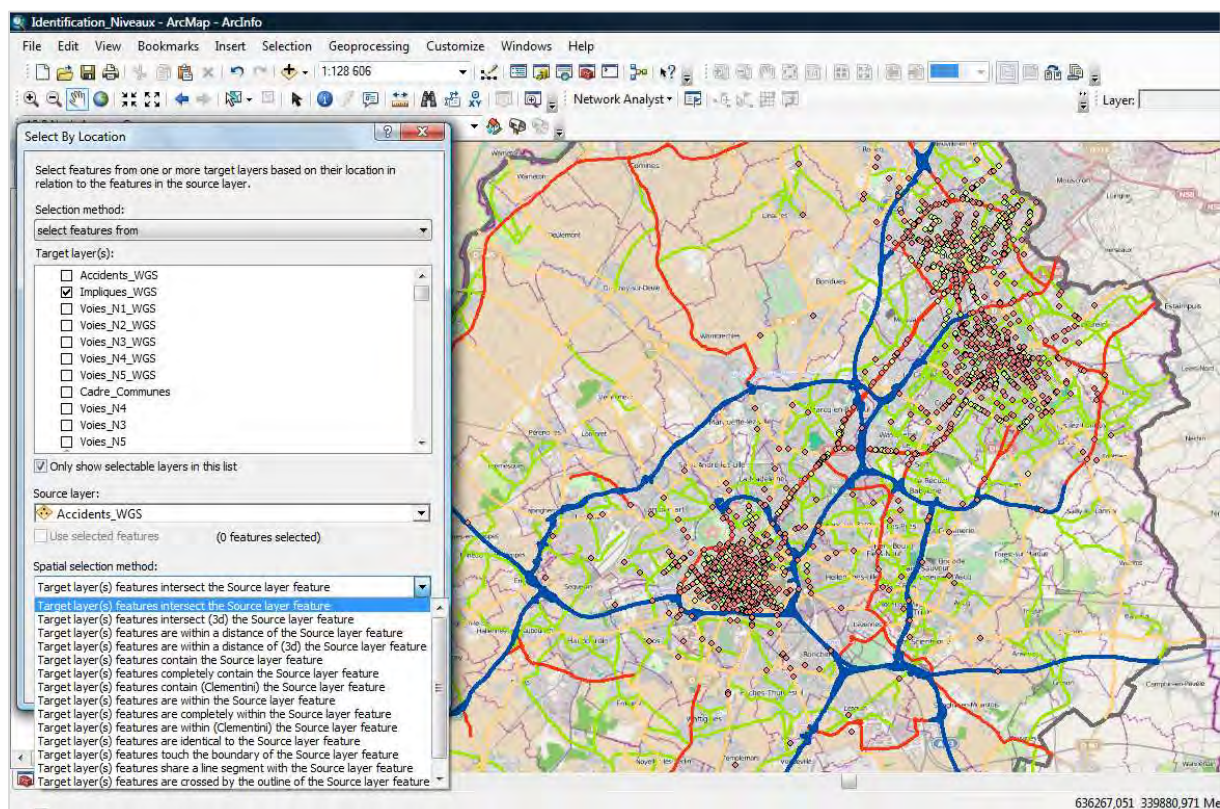


Figure 36, Localisation des lieux d'accident et des lieux de résidence des impliqués avec les requêtes spatiales proposées dans le SIG.

Par conséquent, différents types d'actions sont envisageables. Par exemple, en appliquant une sélection attributaire, l'analyse ne retient que les impliqués concernés par leur catégorie : par exemple tous les impliqués ayant une catégorie socioprofessionnelle précise. Il est aussi possible de réaliser des études en un lieu précis, comme les accidents à proximité d'une école, puisqu'un opérateur spatial permet de sélectionner tous les événements qui se trouvent à une certaine distance d'un point particulier. Enfin, l'analyse du risque routier peut être conçue sur un itinéraire, en sélectionnant tous les événements qui sont localisés sur un trajet précis.

Analyse spatiale

L'analyse spatiale est un « ensemble de méthodes mathématiques et statistiques visant à préciser la nature, la qualité et la quantité attachées aux lieux et aux relations qu'ils entretiennent en étudiant simultanément attributs et localisations » (Brunet, 1993). Il est possible de considérer qu'une requête spatiale faite avec un système d'information géographique relève déjà de l'analyse spatiale. L'intégration de données au travers des différentes couches d'information permet d'effectuer une analyse spatiale rigoureuse et complexe. Cette analyse par croisement d'informations, si elle peut s'effectuer visuellement (à l'identique de calques superposés les uns aux autres) nécessite souvent le croisement avec des informations alphanumériques. Croiser les accidents avec les espaces urbains, les réseaux existants et les types d'aménagement des voies urbaines est un exemple d'analyse sophistiquée que permet l'usage d'un SIG.

Deux concepts fondamentaux sont à la base de toutes les techniques spatiales :

- La localisation absolue, ou position des objets, est donnée par des coordonnées en longitude et en latitude selon un référentiel à valeur universelle ;
- La localisation relative des objets, ou situation, s'exprime à travers les notions de proximité, de voisinage et de distance (Huguenin-Richard, 2000).

Dans ce travail, les méthodes de l'analyse spatiale (*Standard Deviational Ellipse*, *Kernel Density*) issues de l'ArcGIS permettent une analyse de la structure spatiale des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques éclairant la compréhension de la répartition des risques et des pratiques de déplacement des populations selon leur lieu d'habitation afin d'identifier les liens entre la hiérarchisation du réseau et le risque routier.

Ellipse de l'écart type - Standard Deviational Ellipse (SDE)

Le SIG permet d'investiguer plus finement une couche particulière de données. Il permet de générer des ellipses qui caractérisent la dispersion et l'orientation d'un nuage de points (localisation des accidents). La problématique d'inégalité sociospatiale face à la sécurité routière va conduire ici à la description et la comparaison de quatre sous-sélections de la couche d'informations des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques. Il s'agit donc de décrire et comparer spatialement quatre semis de points, et donc en d'autres termes, révéler et comparer les structures spatiales dans le cadre desquelles s'opère l'accidentalité routière des terrains étudiés. À l'instar des premières approches classiques que l'on retrouve dans l'étude de séries statistiques, l'exploration spatiale d'un semis de point peut commencer par la détermination de valeurs moyennes :

- Barycentre du semis de point : il est construit par la détermination des coordonnées x et y moyennes de l'ensemble des objets ponctuels représentés par le semis de point.

Le calcul des coordonnées moyennes X et Y avec : « x_i » et « y_i » sont les coordonnées du point « i » et « n » étant le nombre total de points.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

Une variation du calcul : le barycentre pondéré où « w_i » est le poids conféré au point « i ».

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

L'objectif est de se doter d'un premier élément simple de comparaison pour, par exemple, étudier l'évolution d'un semis de points dans le temps, ou de comparer facilement deux distributions de phénomène.

- Mesure de dispersion, c'est la comparaison entre la surface des ellipses. Plus la surface de l'ellipse est grande, plus forte est la dispersion du nuage de points ;
- Intensité d'orientation de l'ellipse, il s'agit de faire le rapport entre l'axe le plus court « x » de l'ellipse et l'axe le plus long « y ». Une valeur proche de 1 indique une faible orientation (la forme rassemble à un cercle) tandis qu'une valeur proche de 0 indique une forte orientation (la forme ressemble à une ellipse).

L'ellipse est appelée « ellipse d'écart type » car la méthode consiste à calculer l'écart type des coordonnées « x » et « y » à partir du centre moyen de la distribution pour définir les axes de l'ellipse. L'ellipse permet de mettre en évidence une élongation possible de la distribution du semis de points et donc une orientation particulière dans la structure spatiale du phénomène. Ces premières statistiques spatiales permettent donc de cerner la tendance générale de la distribution d'un semis de points (accidents). Pour aller plus loin, il nous faut une méthode d'analyse de la structure spatiale du phénomène permettant de discerner les variations fines de la distribution du semis de points. Pour cela, nous allons utiliser la méthode de l'analyse de densité « Kernel Density » qui permet de représenter les phénomènes d'une manière surfacique, plus facile à interpréter.

Estimation de la densité par la méthode du noyau - Kernel Density Estimation

Le principe de cette méthode issue de l'ArcGIS s'appuie sur l'utilisation de la densité de points basée sur la méthode des noyaux (*Kernel Density Estimation*). L'objectif est de représenter de manière surfacique le phénomène considéré. On applique à la zone une grille matricielle régulière.

- Pour chaque cellule, on effectue un comptage des accidents se trouvant dans une zone de recherche autour de la cellule définie par l'utilisateur. Un système de pondération est mis en place : les accidents comptés près du centre de la zone de recherche ont plus de poids que ceux trouvés en périphérie de la zone de recherche ;
- Pour chaque cellule, le comptage est effectué et divisé par la surface de la zone de recherche.

Pour préserver la finesse de la représentation spatiale du phénomène à cartographier, la grille régulière sera composée de cellules de 25 m de côté et la zone de recherche prévue pour le calcul de densité sera de 500 m. Enfin, la pondération appliquée au calcul est basée sur un principe gravitaire où les points situés au centre de la zone de recherche ont plus de poids dans la représentation que ceux situés en périphérie.

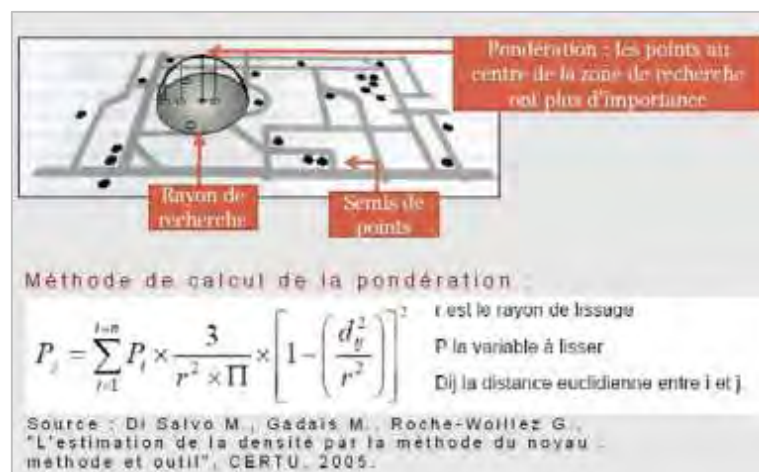


Figure 37, Estimation de la densité par la méthode des noyaux.

Cette méthode permet, en tout point de l'espace considéré, de calculer une valeur nous renseignant sur le degré de concentration (densité) du phénomène en ce lieu. Néanmoins, cette valeur étant relative à l'échelle et à la forme de la distribution du semis de points, il faudra pondérer les représentations spatiales produites afin de les comparer aisément d'une part, et contrôler les « effets d'échelle » qui peuvent orienter faussement le résultat d'autre part.

Quelles que soient les méthodes de statistiques et d'analyses spatiales choisies, la validité des résultats reposera, pour une large part, sur la qualité des données de départ que sont la définition et la délimitation des niveaux hiérarchiques ainsi que la représentation des lieux d'accident et des lieux d'habitation des impliqués des accidents de la route.

« Network Analysis » pour analyser la distance lieu d'habitat et lieu d'accident

Pour générer des données sur l'exposition au risque routier par les impliqués suite aux pratiques de la vie quotidienne (généralement des déplacements), il est intéressant de déterminer la distance entre le lieu d'habitat de l'impliqué et le lieu de l'origine de leur déplacement. Mais, cette information n'est pas disponible dans la base de données de mobilité des habitants se déplaçant dans l'Enquête Ménages Déplacements (EMD). Ce qui est disponible est la distance entre le lieu d'habitat et le lieu d'accident. Trois méthodes peuvent être utilisées pour analyser les distances lieux d'habitat et lieux d'accident qui sont :

La distance euclidienne

Elle représente une schématisation pratique mais réductrice des distances telles que ces dernières sont opérantes sur le terrain notamment en matière de déplacement.

La distance euclidienne entre deux points est calculée selon leurs coordonnées géographiques.

$$d = \sqrt{(xh - xa)^2 + (yh - ya)^2}$$

Où xh, yh : les coordonnées euclidiennes du lieu d'habitat de l'impliqué.
 xa, ya : Les coordonnées euclidiennes du lieu d'accident de l'impliqué.

La distance de Manhattan

La distance de Manhattan tient davantage compte des contraintes liées aux formes de l'espace étudié, en s'appuyant sur la somme des valeurs absolues des différences entre les coordonnées en latitude et en longitude. Cette distance s'applique particulièrement bien aux espaces urbains structurés en damiers (extension de la ville de Barcelone par exemple), de façon moins satisfaisante aux structures urbaines complexe de la LMCU.

La distance de Manhattan entre deux points est : $d = |xh - xa| + |yh - ya|$

La distance réseau

La distance réseau consiste à générer une matrice Origine-Destination (O-D) indiquant la longueur (ou bien le coût) du trajet de chaque lieu d'habitat vers le lieu d'accident à l'aide d'un jeu de données réseau. Ceci permet d'additionner la longueur des arcs successifs tout au long d'un cheminement. Cette distance est la plus réaliste sous réserve que l'hypothèse d'emploi du plus court chemin (principe de l'algorithme sur lequel elle est calculée) corresponde bien à la réalité des trajets considérés. Dans notre recherche nous allons utiliser la distance réseau pour analyser la distance Origine – Destination entre le lieu d'habitat et le lieu d'accident. Le calcul de cette distance a nécessité la création d'un fichier de type réseau (structure spécifique). À l'aide de la fonctionnalité « Network Analyst » nous pouvons facilement construire des réseaux à partir des données SIG en utilisant un modèle de données du réseau sophistiqué.

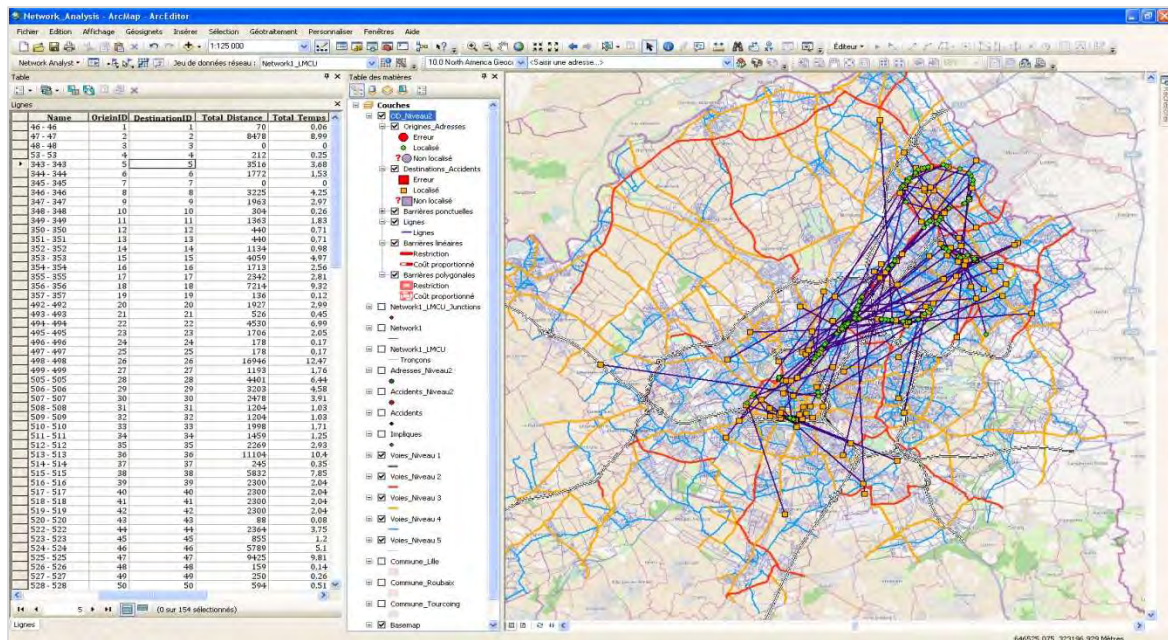


Figure 38, Analyse des distances réseau lieu d'habitat (niveau 2)/lieu d'accident.

Lors de la création du réseau, l'ArcGIS propose par défaut trois types d'attributaire de recherche : mètres, minutes et *oneway*. Dans notre étude la recherche d'une matrice de coût O-D sera effectuée selon la distance minimale des itinéraires entre l'emplacement de chaque origine (lieu d'habitat de l'impliqué dans l'accident) à l'emplacement de chaque destination correspondant (lieu d'accident).

TROISIÈME PARTIE : ÉTUDE DES LIENS ENTRE HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU ET RISQUE ROUTIER

CHAPITRE 7

MÉTHODES D'ANALYSE DU LIEN ENTRE LES VOIES HIÉRARCHISÉES ET LE RISQUE ROUTIER

Compte tenu des objectifs de notre travail, nous allons présenter dans ce chapitre les différentes données géographiques et les données d'accidents utilisées dans notre méthodologie. Puis nous allons représenter schématiquement les méthodes d'analyses statistiques et spatiales pour expliquer les dimensions sociospatiales du risque routier afin de répondre à la question suivante : **est-il plus dangereux d'habiter sur un niveau hiérarchique qu'un autre ? Quels sont les liens entre l'aménagement du réseau viaire et le risque d'implication dans les accidents ?**

7-1- Base de données portant l'analyse du risque

La méthode d'estimation du niveau de risque d'implication dans les accidents est basée sur l'analyse des données disponibles dans les procès-verbaux des accidents et sur l'analyse de la base de données spatiale de l'agglomération lilloise.

7-1-1- Bases de données d'accidents

Le président Jacques Chirac avait, en 2001, fait de la sécurité routière un grand chantier de son quinquennat. Pour cela, un dispositif législatif a été mis en place pour favoriser la recherche. L'article 11-1 de la loi du 9 mars 2004 du Code de procédure pénale permet la communication des procédures judiciaires en cours pour « réaliser des recherches ou enquêtes scientifiques ou techniques », à des autorités ou organismes habilités à cette fin par un arrêté du ministre de la Justice et sur autorisation du procureur de la République ou du juge d'instruction. Cet article fixe la liste des personnes autorisées, parmi lesquelles le directeur général de l'IFSTTAR. Les procès-verbaux (PV) numérisés sont mis à disposition de l'IFSTTAR par le réseau TransPV qui est un organisme dépendant des assureurs, chargé d'envoyer aux compagnies d'assurance concernées

un exemplaire pour l'indemnisation des victimes. Les procès-verbaux sont bien sûr des documents juridiques qui ne sont pas conçus pour la recherche en sécurité. Malgré cette limite, beaucoup d'informations sont utilisables.

Les données sur les accidents sont disponibles sur le terrain lillois grâce aux fichiers nationaux des Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels (BAAC) et grâce au fichier *ad hoc* rempli par le personnel de la communauté urbaine de Lille depuis le début des années 1980. Le premier fichier contient beaucoup d'informations codées, tandis que le second permet de localiser les accidents par l'intermédiaire du réseau TransPV.

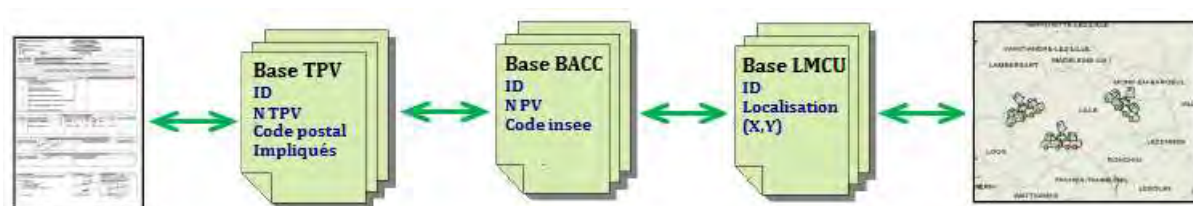


Figure 39, Différents types des bases de données des accidents.

Cette base de données renseigne sur l'adresse des impliqués, ainsi que sur les caractéristiques individuelles et les catégories socioprofessionnelles. Elle permet aussi d'obtenir les informations relatives aux lieux, dates, heures, scénarios et les paramètres physiques des voies (largeur de chaussée, nombre de voies, aménagements, régime de circulation...). Cette base de données des accidents TransPV est constituée de 27 298 procès-verbaux numérisés de 2002 à 2009 dans le département du Nord.

7-1-2- Base de données géographiques

La première étape de notre recherche est d'organiser les données spatiales disponibles nécessaires à notre étude afin de montrer l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier. La base de données de la communauté urbaine de Lille utilisée peut être organisée de la façon suivante :

Découpage infracommunal en IRIS « îlots regroupés pour des indicateurs statistiques »

Les statistiques de l'INSEE seront appréhendées à plusieurs échelles : nationale, régionale, départementale, communale pour la plupart des documents publiés par l'INSEE. Puis à l'échelle infracommunale, l'IRIS dont chaque unité de découpage est comparable à l'agrégation de plusieurs petits quartiers, et enfin l'îlot, découpage actuellement le plus fin mis à disposition. Le recensement général de la population de l'agglomération lilloise en 2006 a été effectué à l'échelle de l'IRIS. C'est pourquoi ce découpage géographique sera très important dans l'estimation de la population des voies urbaines (cf. 7-3-1-1).

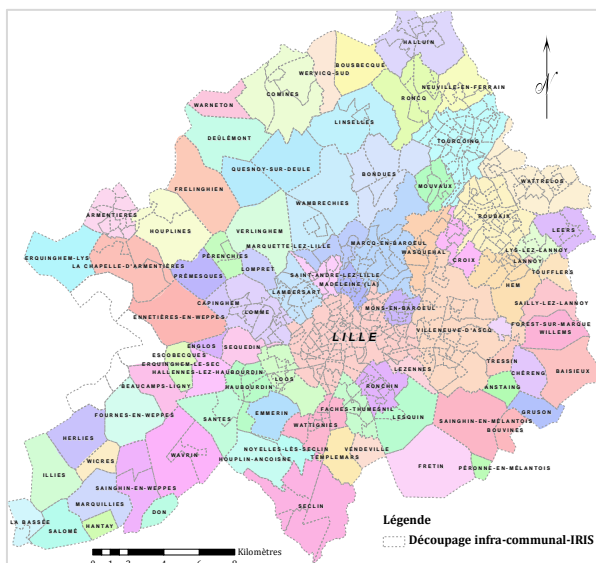


Figure 40, Découpage administratif infracommunal « IRIS ». Source : Insee 2006.

Base de données « Bâtiments BD Topo »

C'est une base de données « vecteur » de référence, elle fournit une information en trois dimensions à tous les acteurs de la gestion et de l'aménagement du territoire, pour analyser, situer et représenter tout type de données dans leur contexte géographique. Cette base de données répartit les bâtiments de la communauté urbaine de Lille en six catégories : « administratif » ; « religieux » ; « sportif » ; « transport » ; « industriel, agricole ou commercial » et enfin en catégorie « autre » bâtiments déterminés comme « quelconques ».

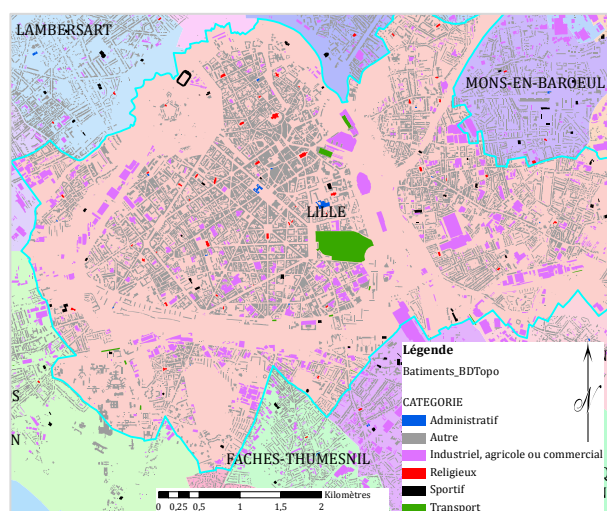


Figure 41, Base de données « Bâtiments BD Topo » répartie les bâtiments en six catégories.

Ces bâtiments quelconques regroupent des bâtiments résidentiels mais aussi des bâtiments de bureaux, des emprises hospitalières, des établissements scolaires ou universitaires. L'autre utilité de cette base de données est qu'elle comprend dans le tableau d'attributaire les hauteurs moyennes des bâtiments. Ces derniers sont nécessaires pour calculer les volumes des bâtiments utilisés dans le processus d'estimation des populations des rues.

Base de données cadastrale « bâtiments » et « parcelles »

C'est une couche d'informations extraite de la base de données parcellaire de l'Institut géographique national qui fournit une information cadastrale numérique, géoréférencée et continue sur l'ensemble du territoire français. En fonction du volume de ces bâtiments nous allons effectuer l'estimation de population des voies urbaines.



Figure 42, Base de données « Bâtiment Cadastraux » au sein des parcelles. Source : IGN 2009.

Découpage du plan d'occupation des sols – Plan Local d'Urbanisme

Cette couche de données permet de déterminer le type d'espace urbain, ainsi que les fonctions des bâtiments. Dans notre travail, le croisement de cette couche d'informations avec la base de données « Bâtiment BD Topo » sert à différencier les bâtiments résidentiels, les hôpitaux, les universités, les écoles et les bureaux, classés en tant que bâtiments de catégorie « autre » dans la base « Bâtiments BD Topo ».

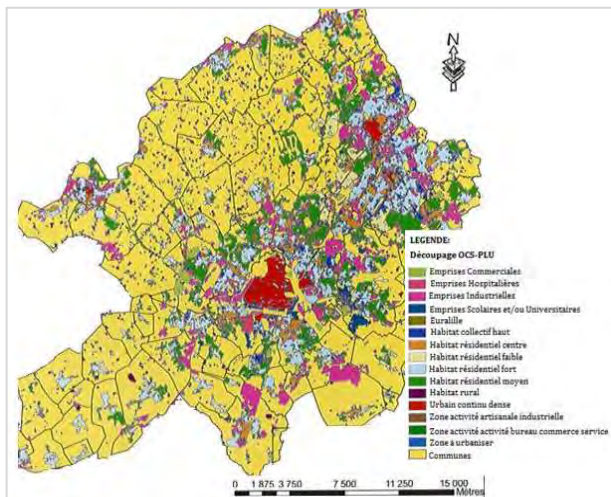


Figure 43, Découpage du plan d'occupation des sols/plan local d'urbanisme.

Base de données du réseau routier « BD base voies »

Elle est construite par la communauté urbaine de Lille et mise à jour régulièrement. Elle comprend de nombreuses variables associées au réseau, telles que le type administratif des voies (autoroute, nationale, départementale...), le trafic (discretisé en classes et exprimé en nombre de véhicules par jour), les type d'aménagement de la voie (zone 30, aires piétonnes, etc.), l'aménagement cyclable (piste, bande...) entre autres. Dans notre recherche nous allons

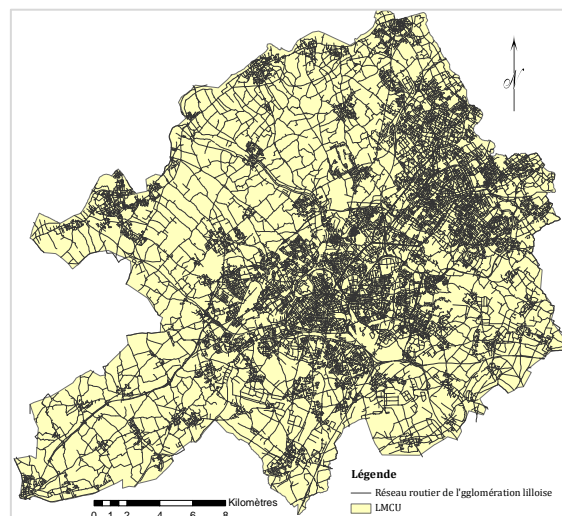


Figure 44, « Base Voies » de la communauté urbaine de Lille.

modéliser les voies ou les tronçons de voies en cinq classes comme elles sont hiérarchisées dans le plan de déplacements urbains.

La base de données « BD Adresse »

Elle est fournie par la PPIGE (Plate-forme Publique de l'Information Géographique) du département du Nord. Elle contient les adresses postales et le réseau routier exhaustif avec des attributs relevant du thème « Adresse ». Elle comprend aussi les composantes parcellaires des bâtiments cadastraux. Cette base de données sert à préciser la localisation des points d'adresse des bâtiments cadastraux. Dans notre travail, on va l'utiliser pour affecter les habitants des bâtiments aux voies appropriées en fonction de la localisation des points d'adresse et les numéros de parcelles ce qui sert à estimer la population des voies urbaines et donc les populations des niveaux hiérarchiques du réseau viaire (cf. 7-3-1-1).

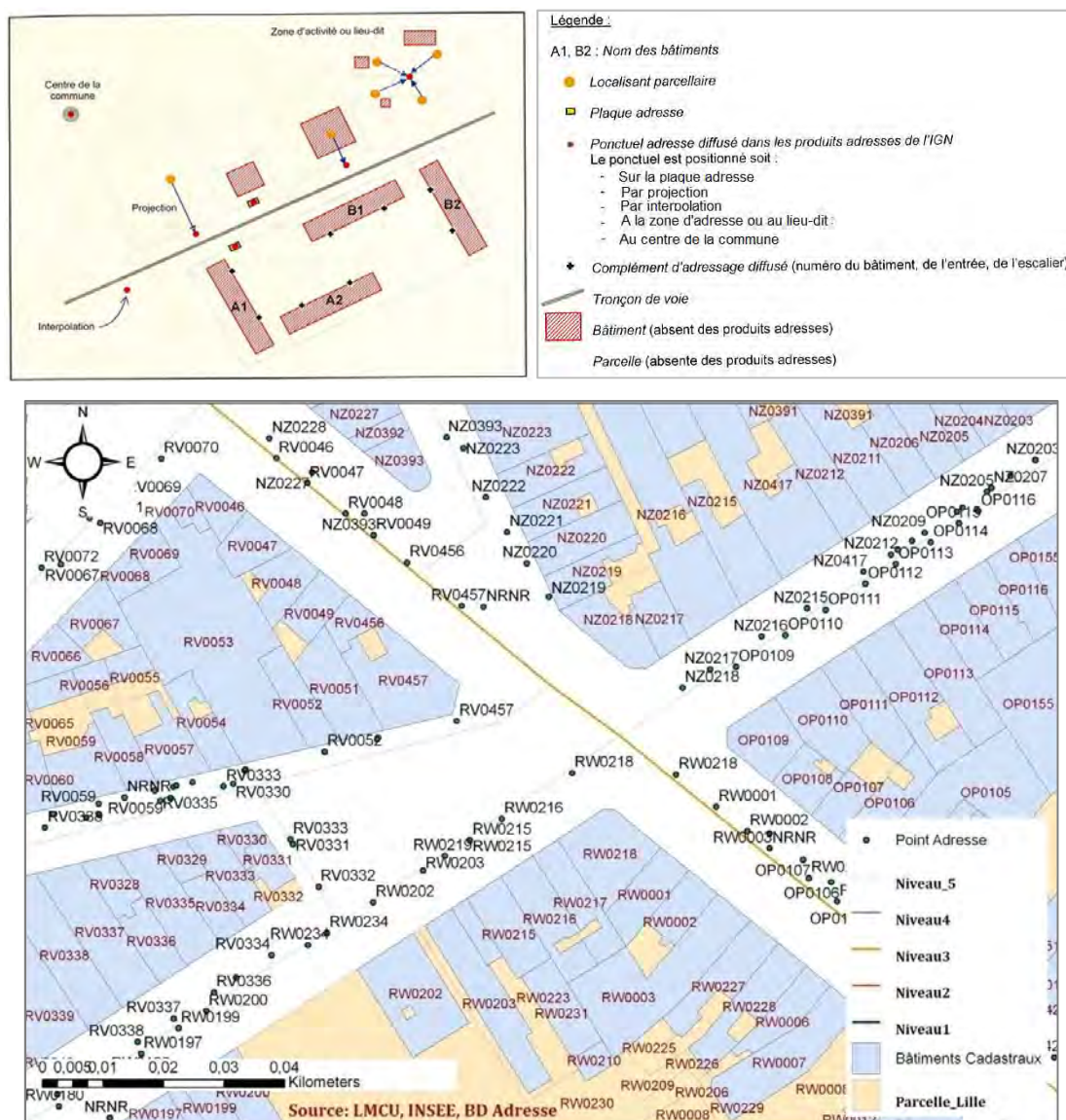


Figure 45, Base de données « BD Adresse » avec le numéro de parcelle appropriée. Source : PPIGE/IGN.

7-2- Sélection du réseau à étudier

7-2-1- Méthode de sélection

Une étude sur une partie importante du réseau de l'agglomération lilloise, voire exhaustive, est impossible compte tenu de son ampleur, du temps et des moyens disponibles. D'autre part, les objectifs de cette étude ne justifiaient pas vraiment un réseau très vaste. En revanche, il est important que l'échantillon soit sans biais relatif à l'accidentologie, significatif et représentatif de l'ensemble du réseau routier dans le sens où l'ensemble des situations sont représentées, c'est-à-dire que les voies soient classées aux différents niveaux de la hiérarchisation du réseau. Mais il n'est pas nécessaire que l'échantillon soit une image fidèle de la distribution réelle des voies de l'agglomération. Par exemple, les artères urbaines sont beaucoup moins nombreuses que les voies de desserte locale, mais les proportions des voies sélectionnées n'auront pas le même pourcentage. Le nombre des voies urbaines connectées à leur environnement urbain et classées au « niveau 2 » est très peu nombreux, c'est pourquoi nous sommes obligés de toutes les sélectionner, tandis que le nombre des voies classées au « niveau 5 » est conséquent et il est impossible de les étudier toutes, mais nous pourrions essayer de représenter tous les cas des voies de ce niveau (zone 30, zone de rencontre, aire piétonne...) dans l'échantillon choisi. Il faut aussi noter que la longueur moyenne des voies augmente généralement avec le niveau hiérarchique, elle est plus longue au « niveau 2 » et plus courte « niveau 5 ».

Le choix de voies étudiées sera très difficile à faire en fonction de toutes les caractéristiques de la voie, il est effectué de manière à assurer une bonne répartition du linéaire des voies selon deux aspects les plus importants : la fonction et l'environnement.

De plus, l'optimisation des analyses statistiques demande une répartition équilibrée des voies en fonction du nombre des impliqués dans les accidents et de leurs caractéristiques prises en compte dans l'analyse. Cette règle n'est pas à appliquer strictement, mais il est important de s'en rapprocher. Il est donc important de contrôler, *a priori*, la répartition des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

7-2-2- Réseau sélectionné

Compte tenu des objectifs de notre travail, le réseau d'étude est celui de la LMCU, en particulier sa partie urbaine dense, c'est-à-dire les villes de Lille, Roubaix et Tourcoing. L'analyse sera effectuée sur les voies connectées à leur environnement, les voies isolées de leur environnement

(autoroutes, voies rapides urbaines), les bretelles de raccordement sont exclues, de même que les voies nouvelles (ouvertes après 2008), ou ayant subi des modifications sensibles au niveau de leur géométrie, fonctionnement ou environnement. Pour analyser le lien entre risque routier et niveaux hiérarchiques, nous nous appuyons dans ce travail sur le schéma de la hiérarchisation du réseau proposé dans le plan de déplacements urbains (2006) de l'agglomération lilloise.

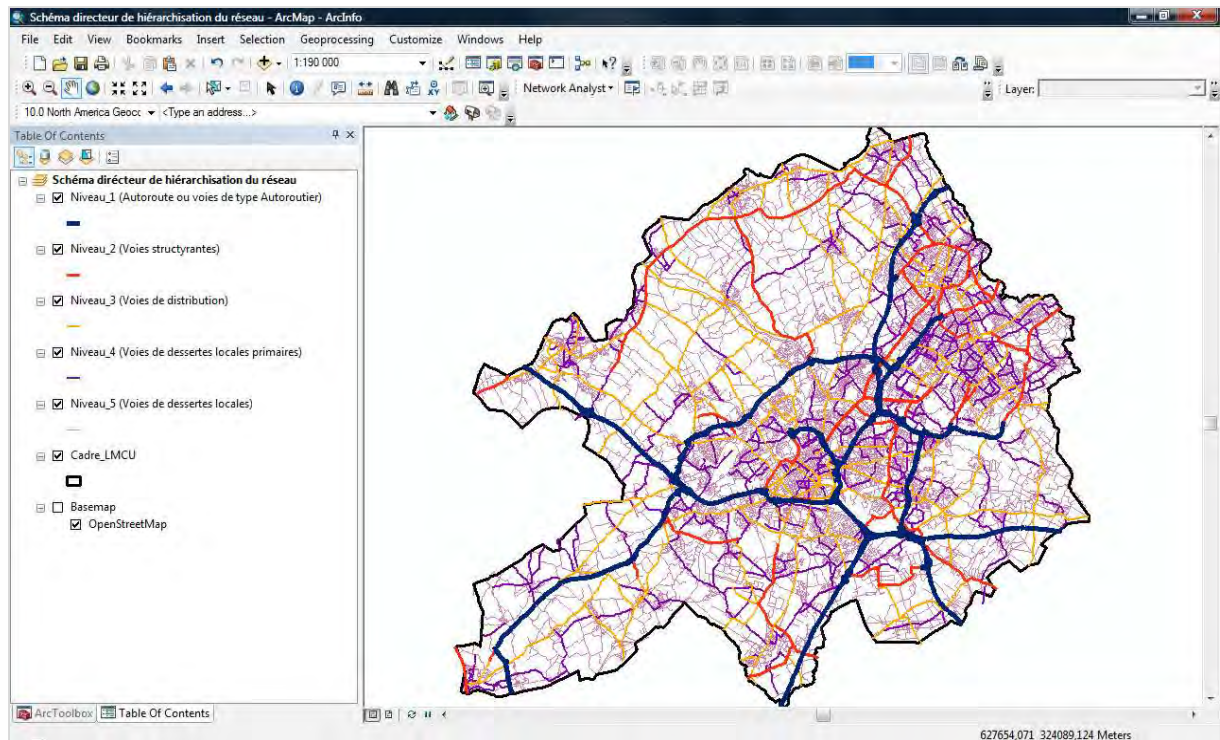


Figure 46, Modélisation du schéma directeur de hiérarchisation du réseau dans l'environnement de SIG.

Pour cela il est indispensable de modéliser les niveaux hiérarchiques du réseau dans l'environnement ArcGIS. Cette modélisation sera possible grâce à la base de données disponible du réseau routier et aux fonctionnalités du SIG.

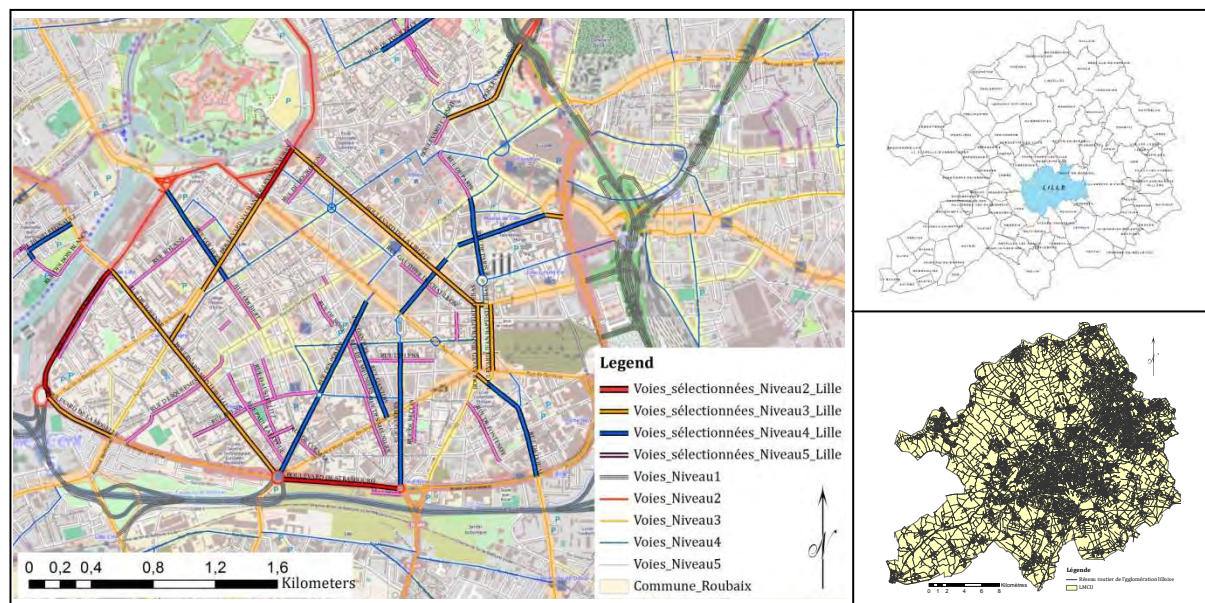


Figure 47, Les voies sélectionnées hiérarchisées en niveaux hiérarchiques différents dans la commune de Lille.

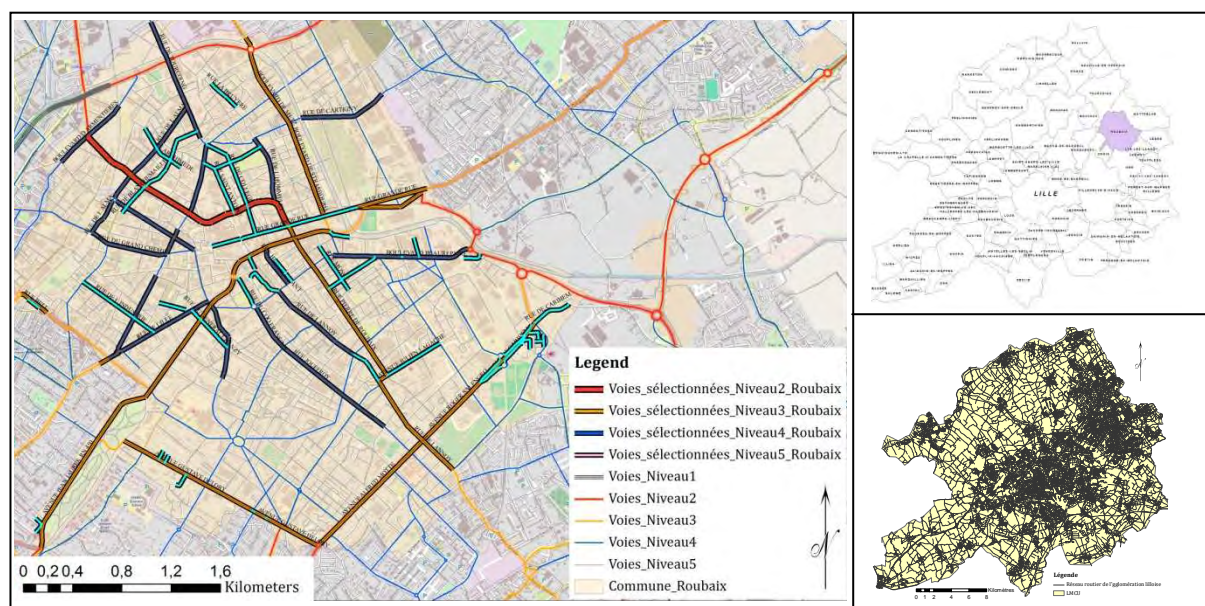


Figure 48, Les voies sélectionnées hiérarchisées en niveaux hiérarchiques différents dans la commune de Roubaix.

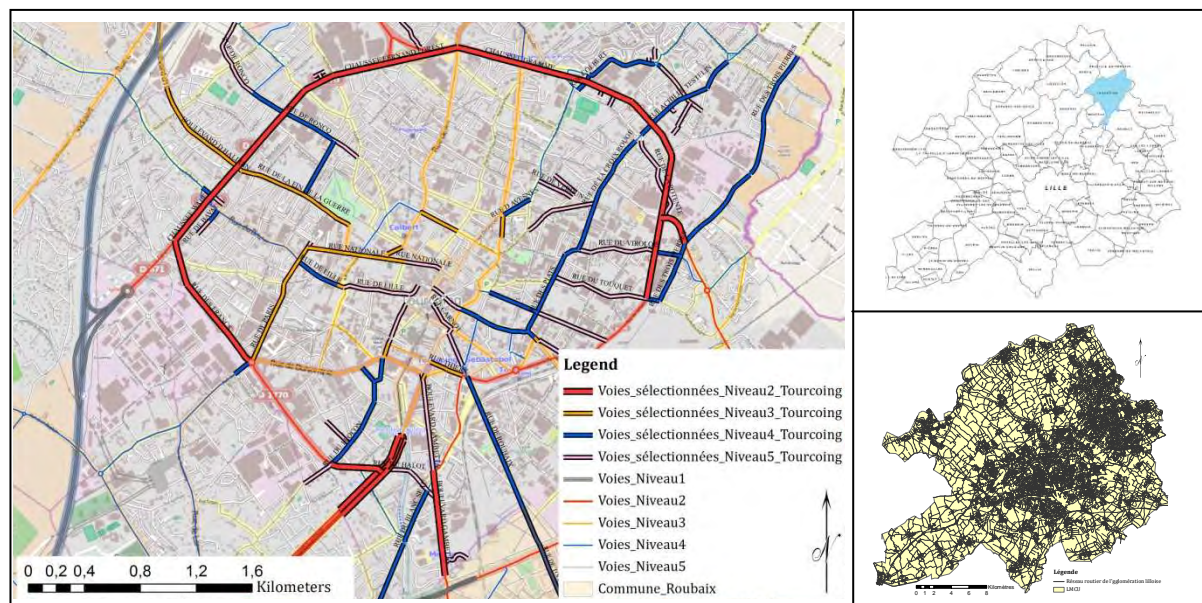


Figure 49, Les voies sélectionnées hiérarchisées en niveaux hiérarchiques différents dans la commune de Tourcoing.

Afin de mener une analyse épidémiologique des cas témoins, nous disposons finalement de 142 voies réparties dans les trois terrains étudiés et représentant les niveaux hiérarchiques du réseau viaire. Ces voies sont citées dans l'annexe I. Elles constituent un linéaire de 113 km, et elles ont une population de 70 260 habitants. Lors de la sélection des voies, il y avait quelques difficultés liées à la classification de certaines voies sur plus d'un niveau de hiérarchie. Cela résulte du changement des caractéristiques géométriques de la voie ou de la variation de ses fonctions sur des tronçons différents.

7-3- Méthodes utilisées pour analyser l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier

Des méthodes issues de l'épidémiologie permettront de calculer les risques encourus par les habitants des niveaux hiérarchiques différents et des analyses multiniveaux permettront de distinguer les effets de l'organisation du réseau et la gestion de circulation sur le risque routier.

Le schéma suivant montre les méthodes retenues dans ce travail.

	Objectif	Logiciel	Méthode	Base de données
[1]	Différenciation des niveaux du risque des populations habitant des niveaux hiérarchiques	Moteur de recherche « X1 »	Extraction des PV pertinents – Contenant au moins un impliqué	PV d'accidents de 2002 à 2009
	$\text{taux du risque} = \frac{\text{Impliqués}}{\text{Population}}$	Arc GIS/ MapInfo	Estimation des populations des niveaux hiérarchiques	Base de données géographiques
[2]	Estimer les risques relatifs et les risques relatifs ajustés	Excel-Statistique	Procédure de Mantel-Haenszel	Impliqués habitant des niveaux hiérarchiques Populations niveaux
[3]	Analyse statistique des caractéristiques des impliqués et de leurs accidents	« Sphinx Plus 2 »	Codages des PV d'accident	PV pertinents-au moins un impliqué habitant sur une voie étudiée
[4]	Typologie des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques	XLSTAT	Analyse en composantes principales Classification ascendante hiérarchique	Modalités des variables des impliqués codées en « Sphinx Plus 2 »
[5]	Localisation des lieux de résidence des impliqués et des lieux des accidents	Arc GIS/ MapInfo	Géocodage – Online MapInfo	Adresses des impliqués et lieux des accidents codés «Sphinx Plus 2 »
[6]	Analyse de la distribution géographique des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents	Arc GIS/ MapInfo	Analyse spatiale <i>Standard Deviatonal Ellipse</i> <i>Kernel Density</i>	Accidents géocodés en Arc GIS
[7]	Analyse les distances lieux d'accident et lieux de résidence pour les impliqués habitant des niveaux hiérarchiques	Arc GIS/ MapInfo	<i>Network Analysis</i> Origine/Destination	Réseaux viaires LMCU Adresses des impliqués et lieux des accidents

Figure 50, Schéma des méthodes utilisées pour analyser le lien entre niveaux hiérarchiques et risque d'implication dans les accidents.

7-3-1- Le risque routier des populations habitant sur des niveaux hiérarchiques différents

L'indicateur principal de ce travail est le niveau de risque d'être impliqué dans les accidents pour les populations habitant de tel ou tel niveau hiérarchique. Ces niveaux de risque sont estimés comme le rapport entre le nombre d'impliqués habitant sur un niveau hiérarchique et la population de ce même niveau dans une période donnée.

$$\text{Niveau du risque} = \frac{\text{nombre des impliqués dans les accidents dans une période donnée}}{\text{population}}$$

Pour cette estimation du niveau de risque, deux étapes indispensables doivent être effectuées :

- Estimer les populations des niveaux hiérarchiques du réseau ;
- Extraire des impliqués pertinents à partir de la base de données des accidents ;

7-3-1-1- Estimation de la population des niveaux hiérarchiques

Les principales données démographiques utilisées en France proviennent de l'INSEE. En 2006, le recensement général de la population a été fait à l'échelle de l'IRIS. Or, de plus en plus, les études dans les domaines de l'aménagement, de l'environnement ou des transports nécessitent une connaissance précise du nombre d'habitants au sein de périmètres spécifiques et qui ne recoupent pas forcément les périmètres techniques ou administratifs de l'INSEE. Il est alors nécessaire de procéder à des estimations de population. Par exemple, en transport, on a besoin d'estimer le nombre d'habitants ayant accès à pied à un réseau de transport en commun ou pouvant être bénéficiaires de la mise en place d'une infrastructure de transport (route, autoroute, etc.). En termes d'enjeux, il devient de plus en plus impératif de connaître finement les poids de population impactée par tel ou tel phénomène, pour des raisons de santé publique, de sécurité par exemple.

Dans ce travail pour estimer la population des niveaux hiérarchiques du réseau, nous avons conçu une méthode basée sur l'affectation des populations des IRIS aux bâtiments résidentiels, à l'aide de l'ArcGIS qui permet de croiser les données nécessaires disponibles (recensement général de 2006, Bâtiments BD Topo, Plan d'occupation des sols, Bâtiments cadastre, BD Adresse, BD parcellaire, Base Voies) (cf. Annexe II).

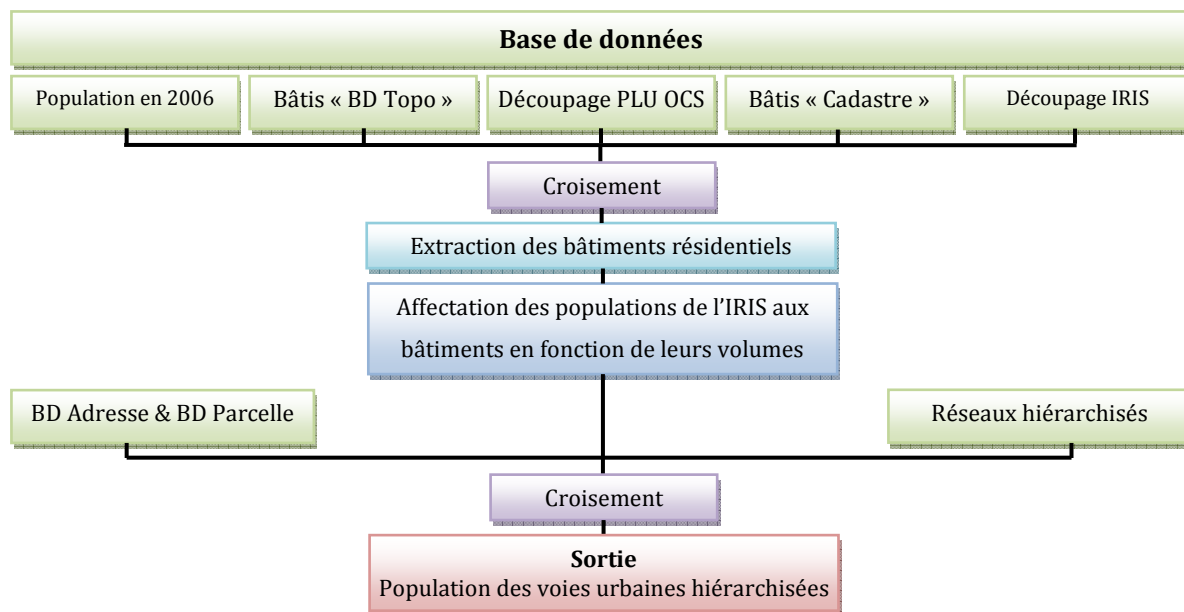


Figure 51, Schéma de la méthode d'estimation de la population des voies urbaines.

À partir de la base de données de « Bâtiments BD Topo », la jointure spatiale des bâtiments « quelconques » avec les données de l'occupation des sols (plan local d'urbanisme) permet de sélectionner les bâtiments résidentiels et d'éliminer les emprises hôpitaux, universités, écoles, bureaux... Le croisement de ces bâtiments résidentiels extraits avec les « Bâtiments Cadastre » permet de sélectionner les bâtiments cadastraux résidentiels. Ce croisement permet aussi d'affecter les hauteurs moyennes (existantes dans « Bâtiments BD Topo ») aux bâtiments cadastraux. Puis le calcul des volumes des bâtiments cadastraux résidentiels permet d'affecter les populations des IRIS à ces bâtiments en fonction de leurs volumes et de la somme des volumes des bâtiments à l'intérieur de l'IRIS.

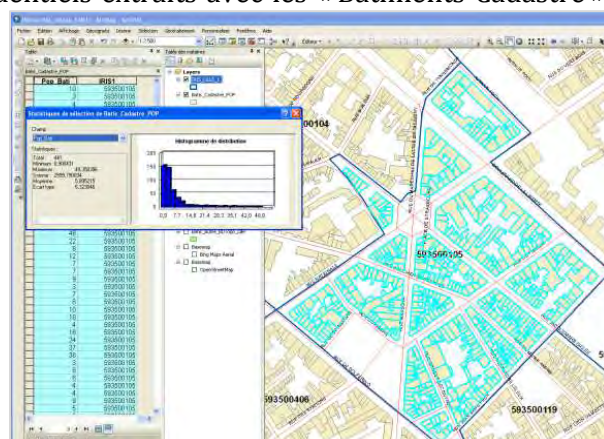


Figure 52, Comparaison des habitants des bâtiments estimés avec la population de l'IRIS recensée par l'INSEE.

$$\text{habitants du bâtiment dans l'IRIS } (i) = \frac{\text{population de l'IRIS } (i) \times \text{Volume du bâtiment}}{\text{somme des volumes des bâtiments de l'IRIS } (i)}$$

Ensuite, une affectation des habitants des bâtiments aux rues appropriées selon l'(les) entrée(s) de ces bâtiments sera effectuée afin d'estimer les populations des voies urbaines. Cette étape a été menée à l'aide des points adresses de la base de données « BD Adresse » qui se rapportent à la rue où se situe l'entrée des bâtiments et contiennent aussi le numéro de parcelle. Une difficulté de cette étape se présente lorsque les bâtiments se situent en intersection et possèdent

plusieurs entrées sur deux rues différentes. Dans ce cas, les habitants des bâtiments seront répartis selon les nombres des entrées. Enfin, la population d'un niveau hiérarchique sera calculée par l'agrégation des populations des voies urbaines classées sur ce niveau.

Cette méthode a permis de réaliser une estimation à une échelle la plus fine. De plus, cette méthode de l'affectation des populations en fonction des volumes des bâtiments a permis de considérer la différenciation entre la forme des habitats (grand ensemble, habitat pavillonnaire, maison, etc.) et par conséquent d'éliminer l'incertitude résultant de l'estimation des populations selon les surfaces des bâtiments.

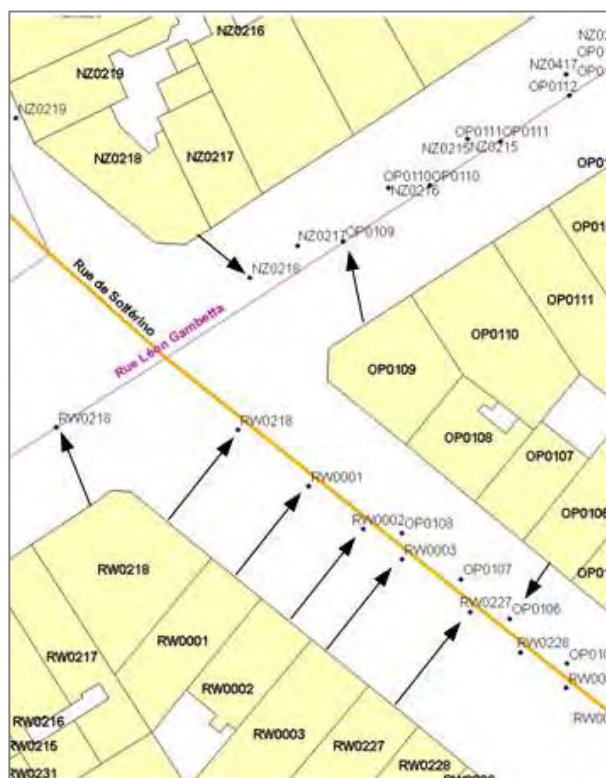


Figure 53, Affectation des habitants des bâtiments aux rues appropriées en fonction de la localisation des points d'adresse et des numéros des parcelles.

7-3-2- Extraction des impliqués habitant sur les voies étudiées

À partir de la base de données des accidents (27 298 procès-verbaux sur une période de huit ans de 2002 à 2009), nous devons extraire la totalité des accidents pertinents des voies étudiées dans les communes de Lille, Roubaix et Tourcoing. Par « PV pertinent », on entend ici un PV dans lequel un usager impliqué est domicilié sur une voie étudiée. Par « impliqué », on entend un conducteur, un piéton ou un passager. Pour cela, nous allons rechercher dans les procès-verbaux les adresses des personnes concernées ce qui permet de repérer les « impliqués » domiciliés à des niveaux hiérarchiques différents. Pour les conducteurs et les piétons, il est logique de les considérer comme impliqués car ils participent directement à l'accident ou à la survenue de l'accident. Pourtant, puisque l'analyse de risque ne sera pas d'accident mais

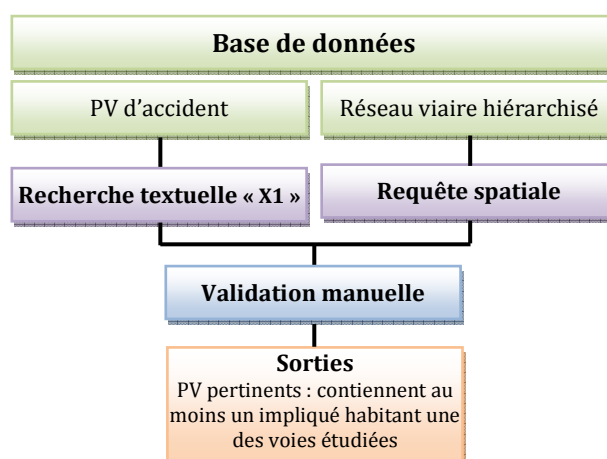


Figure 54, Schéma de la méthode d'analyse des PV d'accident.

7-3-1-2-1- Une « recherche textuelle » des impliqués pertinents dans les PV des accidents

- Une « recherche large » : elle permet de sélectionner des PV faux positifs où le nom de la rue concernée existe, même si ce n'est pas l'adresse de l'impliqué, ex : « RUE DES POSTES » NEAR « LILLE » ;
- Une « recherche plus ciblée » : elle rend la recherche plus restreinte, ex : « adresse » ou (« demeurant », « DT » ou « domicilié ») NEAR « RUE DES POSTES » NEAR « LILLE »

POLICE NATIONALE SERVICE C. S. P. de LILLE		PROCÉDURE ACCIDENT CORPOREL DU LA CIRCULATION ROUTIÈRE BORDEAU D'ENVOI		P.V. N° : 0300574					
CODE SERVICE : 009 350 251									
DATE DES FAITS 29 / 08 / 2003 à 11 h 00 min à 11 h 00 min Bd d'Alsace									
(code postal, commune, adresse de l'accident) 58000 LILLE									
SYNTHÈSE DES FAITS (Préciser notamment la ou les infractions paraissant être à l'origine de l'accident) --- (B) circule Bd d'Alsace à Lille, venant de la porte d'Arras et se dirigeant vers le Bd de Belfort. Avant l'intersection avec la rue A.Carré; il se positionne sur la voie de droite et met son clignotant pour tourner à droite. Le feu tricolore étant au vert; il avance et percuté (Y) qui traverse la chaussée sur les passages piétons de la gauche vers la droite par rapport au sens de circulation de (B) alors que le répétiteur est au rouge pour les piétons. --- Infraction susceptible d'être relevée à l'encontre de (Y): Traversée de la chaussée par piéton en dehors du temps réglementaire indiqué par signal lumineux ---									
PERSONNES CONCERNÉES									
Cote	NOM ET PRÉNOM	Identifica- tion com- munitaire	Généralité or-	Incapa- cité préve-	Age	Plainte dépo- sée	Enle- vade (1)	Proce- de sang (1)	Proce- de sang (1)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Impliqué 1 (Conducteur)	R	cond		26	X			
	Impliqué 2 (Piéton)	Y01B	piét		76		X		
TRANS - P V 30 SEP. 2003									
(1) X : signifie OUI									
PIÈCES DE LA PROCÉDURE									
Nbre de P.V.		Nbre de feuilles :		Nbre de P.V.		Nbre de feuilles :		Nbre de feuilles :	
PIÈCES		ANNEXES		PIÈCES		ANNEXES		PIÈCES	
01 ALBUM PHOTOS		01 PLAN DES TIFUX		01 INVENTAIRE DES SCILLES		01 CERTIFICATS MEDICAUX		01 Fautre verso	
DESTINATAIRES		Mme LE PROCUREUR DE LA REPUBLIQUE		Mme LE PREFET		TRANS PV		ARCHIVES	
FOND DE GARANTIE		Fautre verso		VU ET TRANSMIS LILLE Le		LE LIENS ASSOCIÉS À CE DOCUMENT		CONSERVATION DE L'ÉTAT	
Signature et cachet de l'autorité compétente									

POLICE NATIONALE SERVICE C. S. P. de LILLE		PERSONNE CONCERNÉE P.V. N° : 0300574	
<input type="checkbox"/> Conduc-teur <input type="checkbox"/> Passager <input checked="" type="checkbox"/> Y01E Pié-ton <input type="checkbox"/> Tué <input checked="" type="checkbox"/> Blessé <input type="checkbox"/> Certificat médical <input type="checkbox"/> Joint <input checked="" type="checkbox"/> Forcivende		<input type="checkbox"/> Audition <input type="checkbox"/> Renseignements	
ANALYSE ET RÉFÉRENCE (eventuellement)			
<input type="checkbox"/> Non effectué <input type="checkbox"/> Possible <input checked="" type="checkbox"/> Impossible <input type="checkbox"/> Preuve de sang <input type="checkbox"/> Impossibilité <input checked="" type="checkbox"/> Négligence <input type="checkbox"/> Refus <input type="checkbox"/> Analyseur d'Alcoolémie <input type="checkbox"/> Refus <input type="checkbox"/> Contrôle		ALCOOLEMIE <input type="checkbox"/> Impossibilité <input type="checkbox"/> Preuve de sang <input type="checkbox"/> Refus <input type="checkbox"/> Analyseur d'Alcoolémie <input type="checkbox"/> Contrôle	
Ce jour dimanche 29 août 2003 à 11 h 30 min			
Nous soussigné : [Signature] de Code de Procédure Pénale etou L 130-1 de code de la route			
Vu les articles 20 et 40 de la Loi relative aux libertés individuelles et de la Loi relative aux libertés individuelles			
N° SECURITE SOCIALE		Nom, prénom (pour une femme inscrire le nom de jeune fille suivi de nom épouse)	
ADRESSE DE LA CAISSE		Région	
SITUATION DE FAMILLE : V		Sexe : F Date : 06 / 11 / 1926 Lieu de naissance : CROIX 59	
Fils (fille) de : [Nom]		Profession : Retraite	
et de : [Nom]		Adresse complète : 44 rue Honoré BEGNAULT ROUBAIX 59	
NOM ET ADRESSE DE L'EMPLOYEUR		Enfant de - 16 ans : <input type="checkbox"/> Accompagné <input type="checkbox"/> Proximité d'école	
PERMIS DE CONDUIRE : <input type="checkbox"/>		Equipement utilisé : [Liste]	
N° : [Numéro]		Place de Donat : Autre	
Délivré le : [Date]		Transversal	
Par : [Signature]		Non entendu	
Signature du : [Signature]		Signature : [Signature]	

146

Dans l'exemple mentionné plus haut – à partir de la base de données d'accidents de 2002 à 2009 – le résultat de la recherche selon la première méthode était de 139 PV tandis qu'il est 49 occurrences selon la deuxième méthode de l'extraction des PV pertinents de la « RUE DES POSTES » dans la commune de Lille (cf. figure 17).

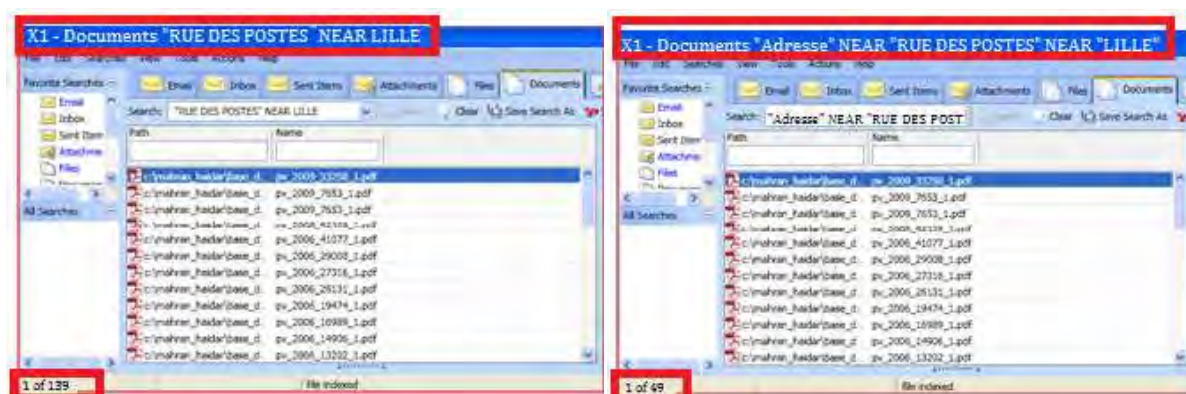


Figure 56, Comparaison des résultats selon les deux méthodes utilisées. Exemple « RUE DES POSTES » à Lille.

La recherche large permet de garantir, de la manière la plus exhaustive possible, l'identification des PV impliquant les habitants des rues concernées mais au prix d'une multiplication du nombre de « faux positifs ». La recherche large sélectionne principalement des PV faux positifs où le nom de la rue concernée renvoie au lieu de l'accident ainsi qu'au parcours suivi par les conducteurs. Par ailleurs, alors que nous recherchons tous les impliqués habitant sur une rue, la sélection large identifie des PV dans lesquels sont impliqués des individus travaillant ou étudiant dans des bâtiments se situant sur cette rue, voire les adresses de garages, de médecins, de compagnie d'assurance installés dans cette rue. Si la méthode restreinte permet d'éradiquer un maximum de « faux positifs », elle est néanmoins susceptible de faire aussi disparaître un certain nombre de « vrais positifs ». Ainsi, l'adresse de l'utilisateur apparaît de différentes manières dans les PV, par exemple : « demeure »/« demeurant »/« Dt »/« domicilié »/« domicile ». Pour une sélection ciblée optimale, il faudrait donc utiliser ces autres champs qui encadrent l'adresse de l'impliqué. Au final, il a été décidé d'adopter une stratégie cumulant les deux types de requête : la sélection large étant la norme, la sélection restreinte n'étant utilisée que pour des voies aux noms très populaires et générant avec certitude un nombre très important de faux positifs (ex : « RUE DES POSTES » dans la commune de Lille).

7-3-1-2-2- Validation manuelle des PV extraits

Une fois les PV extraits de la base de données, il faut ensuite les valider en utilisant, après ouverture du fichier type « pdf », la méthode de reconnaissance optique de caractères. Il faut s'assurer que les accidents qui en étaient à l'origine impliquaient effectivement des usagers habitant la voie en question et, donc, exclure les faux positifs évoqués plus haut ainsi que les témoins et « civilement responsables » habitant la voie étudiée.

RUE DES POSTES			
	Name		
1	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
2	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
3	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
4	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
5	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
6	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
7	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
8	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
9	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
10	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
11	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
12	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
13	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
14	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
15	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
16	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
17	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
18	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
19	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
20	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
21	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
22	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
23	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
24	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
25	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
26	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf
27	pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf	e:\tspv_59-cor\pv_2008_67564_1.pdf

Figure 57, Organisation les PV pertinents, après la validation manuelle, dans un fichier Excel pour faire le codage.

Dans l'exemple mentionné précédemment sur la recherche des PV qui contiennent des impliqués habitant sur la « RUE DES POSTES » à Lille, le résultat après la validation optique était de 25 PV pertinents, alors qu'il était de 139 PV selon la méthode large de recherche et de 49 PV en utilisant la méthode restreinte de l'extraction.

En bref, nous pouvons résumer les étapes de la démarche d'extraction des PV pertinents d'une rue étudiée selon le processus suivant :

- Requête spatiale : identifier et regrouper les noms des rues appartenant aux niveaux hiérarchiques étudiés ;
- Requête textuelle : pour chaque nom de rue, extraire de la base des accidents les PV pertinents (stratégie cumulant recherche large et, exceptionnellement, pour minimiser les « faux positifs », recherche plus ciblée) ;
- Validation manuelle : exclure les « faux positifs » restants, en particulier les témoins, les civilement responsables, pour ne conserver que les usagers (conducteur, passager, piéton) habitant la rue étudiée et impliqués dans les accidents corporels de la circulation.

Cette méthode a permis d'extraire 950 PV contenant au moins un impliqué habitant une des voies étudiées. L'ensemble des PV comprend 1 055 impliqués habitant des quatre niveaux hiérarchiques analysés. Soit 154 impliqués habitant des voies artérielles « niveau 2 », 221 impliqués habitant des voies de distribution « niveau 3 », 345 impliqués habitant des voies de desserte locale primaire « niveau 4 » et 335 impliqués habitant des voies de desserte locale plus fines « niveau 5 ».

7-3-1-3- Estimations des risques différentiels d'avoir un accident pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents

L'analyse comparative des niveaux de risque pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents va montrer l'inégalité du risque d'avoir un accident pour les habitants de tel ou tel niveau hiérarchique. Cette inégalité du risque pour les couples des niveaux hiérarchiques sera calculée comme la différence des taux de risque rapportée au plus faible d'entre eux.

$$\text{Différence du risque} = \frac{\text{taux de risque de niveau } i \text{ (TRNi)} - \text{taux de risque de niveau } j \text{ (TRNj)}}{\min(\text{TRNi}, \text{TRNj})}$$

7-3-1-4- Procédure de Mantel-Haenszel pour calculer les risques relatifs et les risques relatifs ajustés

La procédure de Mantel-Haenszel permet de calculer les risques relatifs et les risques relatifs ajustés d'être impliqué dans un accident selon que l'impliqué habite sur une voie de « niveau 2 », « niveau 3 », « niveau 4 » ou « niveau 5 ». L'analyse porte alors sur les effets d'habitants impliqués ou non impliqués demeurant sur les niveaux hiérarchiques différents.

Le risque relatif va être calculé comme le rapport entre le risque des populations habitant des voies de niveau (I) et ceux habitants des voies hiérarchisées sur des autres niveaux.

$$RR_{(x-y)} = \frac{\frac{I_x}{P_x}}{\frac{I_y}{P_y}}$$

Où : I_x : impliqués dans les accidents habitant du niveau hiérarchique (x) ; P_x : Population du niveau (x) ; I_y : impliqués dans les accidents habitant du niveau hiérarchique (y) ; P_y : Population du niveau (y).

Le risque relatif ajusté (RR_a) peut alors être calculé sur l'ensemble des couples des niveaux hiérarchiques dans les trois terrains étudiés. Il permet de mesurer le risque sur l'ensemble de notre échantillon, c'est-à-dire le niveau de risque qu'encourent de façon générale les habitants d'un niveau hiérarchique rapporté à ceux qui habitent sur un autre niveau. Soit W_i le poids de chacun des couples des voies. W_i est de type « inverse de la variance » :

$$W_i = \frac{1}{\frac{1}{I_x} - \frac{1}{P_x} + \frac{1}{I_y} - \frac{1}{P_y}}$$

Alors,

$$\text{Log}(RR_a) = \frac{1}{\sum W_i} \sum W_i \text{Ln}(RR_i)$$

Il est alors possible de calculer l'intervalle de confiance de cette valeur, son logarithme suivant une loi normale :

$$Int\ Conf_{95\%}(RR_a) = \exp\left(\ln(RR_a) \pm 1,96 \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}}\right)$$

Cette méthode de l'analyse de risque permet d'éliminer l'hétérogénéité des risques relatifs obtenue entre les différents niveaux hiérarchiques dans les trois terrains d'étude.

7-3-2- Analyse statistique des caractéristiques des impliqués et des accidents

Pour une analyse plus détaillée du lien entre les niveaux de risque et la hiérarchisation du réseau, un codage des variables des impliqués est indispensable. Il ne s'agit pas de recoder ce qui l'est déjà dans le Bordereau d'Analyse des Accidents Corporels (BAAC), mais de rechercher des informations supplémentaires auxquelles la lecture du PV permet d'accéder. Il s'agit d'extraire manuellement à partir des procès-verbaux pertinents les informations relatives aux impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

Le choix de ces variables est fait en fonction des hypothèses de travail. Ce codage sera fait par un questionnaire construit sur un logiciel « Sphinx Plus² » (cf. annexe III). Les variables portent sur les composantes principales des impliqués : les adresses de leur résidence, leur type en tant que conducteur, passager ou piéton, leurs caractéristiques socio-économiques, en particulier les métiers représentés par la profession et la catégorie socioprofessionnelle de l'Insee, (cf. l'annexe IV), les activités (actif, chômeur, étudiant, retraité...) et des variables plus habituelles (âge, sexe, etc.). Le codage rend compte aussi des niveaux hiérarchiques de la voie de domicile de l'impliqué. D'autre part, il portera également les caractéristiques liées aux accidents des impliqués : lieux des accidents, niveau hiérarchique des voies d'accident, la gravité, le scénario-type, la manœuvre... Il prend aussi en compte les données de mobilité de l'impliqué : mode de déplacement utilisé, motif de déplacement... L'analyse statistique après le codage va permettre d'expliquer la différenciation des risques des populations habitant sur les niveaux hiérarchiques différents en fonction des caractéristiques des impliqués.

7-3-3-Analyse factorielle

L'analyse factorielle permet de mettre en évidence, l'existence de facteurs sous-jacents communs aux variables mesurées pour un ensemble d'observations. Elle permet de prendre le problème de façon générale, cela signifie étudier comment l'ensemble des variables des impliqués joue sur la différenciation du risque des populations habitant des niveaux hiérarchiques différents, et comment celles-ci sont corrélées entre elles. Pour ce

faire nous allons utiliser des outils statistiques, que nous allons mettre en œuvre sur « XLSTAT ». Les principaux outils que nous allons retenir au cours de cette recherche sont l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

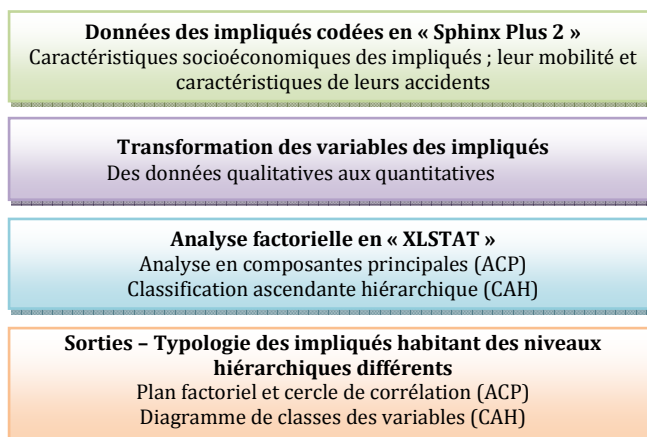


Figure 58, Schéma de la méthode de l'analyse factorielle des modalités de variables des impliqués.

7-3-3-1- Analyse en composantes principales (ACP)

L'objectif de l'analyse factorielle est purement descriptif. Il s'agit « d'explorer » un ensemble d'observations codées (les impliqués) sous la forme d'un tableau de données indiquant pour chaque unité statistique les valeurs observées d'un certain nombre de variables quantitatives.

Dans ce travail « 1 055 observations » sont les impliqués dans les accidents habitant des voies sélectionnées. Ces observations sont décrites par les caractéristiques socio-économiques des impliqués (sexe, âge, PCS...), des profils de leurs accidents (en/hors intersection, gravité, scénario-type...) et les variables de mobilité (mode, motif, distance...) (cf. annexe V). L'objectif est alors de déterminer une typologie des impliqués dans les accidents habitant des niveaux hiérarchiques du réseau viaire.

Pour réaliser cette analyse factorielle, il faut suivre une démarche en plusieurs étapes :

- Préparation des données (individus ou variables, variables supplémentaires) ;
- Interprétation les résultats.

7-3-3-1-1- Préparation des données

Cette étape assure que les données sont quantitatives. Dans la pratique, il est possible de représenter les variables qualitatives ordinales comme quantitatives. Il est possible de

considérer que les modalités qualitatives correspondent à une note donnée par l'individu ou de les transformer en données quantitatives binaires. On obtient ainsi une variable quantitative discrète que l'on pourra utiliser en ACP. Par exemple dans les enquêtes de mode de déplacement utilisé par l'impliqué lors de l'accident, les variables qualitatives possèdent les modalités suivantes : poids lourds, véhicule léger, deux-roues à moteur, vélo, marche. Après la transformation les données, elles seront organisées comme dans le tableau suivant :

	Poids lourd	Véhicule léger	2RM	Vélo	Marche	Variable 6	Variable 7		Variable m
Observation 1	0	1	0	0	0			...	
Observation 2	0	0	0	0	1			...	
								...	
Observation n	0	0	0	1	0			...	

Tableau 1, Modèle de tableau de données qualitatives après la transformation vers les données binaires.

Les valeurs 1 et 0 dans le tableau signifient que si l'impliqué dans un accident utilise un mode de déplacement, il ne s'est pas déplacé avec un autre mode. Par exemple, dans le tableau la première observation (impliqué) correspond à un conducteur de véhicule léger. De la même façon, nous allons transformer les modalités des autres variables des impliqués.

7-3-3-1-2- L'interprétation des résultats

Dans l'analyse factorielle, les variables projetées sur chaque plan factoriel se trouvent à l'intérieur d'un cercle de rayon unité représenté par deux axes factoriels. Pour cela il est nécessaire d'abord de déterminer le nombre d'axes de l'analyse factorielle.

Déterminer le nombre d'axes de l'analyse

Pour répondre à cette question, il faut consulter le tableau des valeurs propres de l'analyse factorielle. Les valeurs propres sont classées de façon décroissante. L'inertie de chaque axe et l'inertie cumulée figurent également dans ce tableau.

Il y a deux manières de déterminer le nombre d'axes à prendre en compte :

- Un critère « absolu » : ne retenir que les axes dont les valeurs propres sont supérieures à 1 (c'est le critère de Kaiser) ;
- Un critère « relatif » : retenir les valeurs propres qui « dominant » les autres, en se référant au graphique en barres des valeurs propres.

Il est important que les valeurs propres des axes retenus restituent une « bonne proposition » de l'analyse. Cela signifie que la somme de l'inertie expliquée par chacun des axes représente une partie importante de l'inertie totale. Cette somme est une mesure de la fiabilité de la lecture des graphes, et donc de la qualité globale explicative de l'analyse.

Sélectionner les variables à interpréter

Les graphes de l'analyse factorielle sont les projections des variables sur un plan factoriel déterminé. Nous commencerons par interpréter le premier plan factoriel (celui formé par les facteurs F1 et F2) car c'est celui qui concentre la plus grande partie de l'information du nuage. Nous irons voir ensuite et le cas échéant les autres plans factoriels.

Des sorties graphiques : représentation des variables et des individus

Bien qu'elle soit mathématiquement contestable, les logiciels standards fournissent une représentation graphique dans laquelle est juxtaposée la projection des variables et des individus. Cette représentation permet de visualiser les individus ayant des valeurs élevées (ou faibles) de telle ou telle variable.

La représentation des variables

Sur un plan factoriel déterminé, nous n'interprétons que les variables qui sont bien représentées c'est-à-dire celles qui sont proches ou sur le cercle de corrélation. On interprète deux types de positions :

- La position des variables par rapport aux axes afin de déterminer quelles sont les variables qui « font les axes ». Nous allons ainsi pouvoir nommer les axes en fonction des variables ;
- Les positions des variables les unes par rapport aux autres. Les coefficients de corrélation entre deux variables étant le cosinus de l'angle formé par les vecteurs. Lorsqu'une variable est plus projetée vers le bord du cercle, elle est mieux représentée. Par ailleurs, deux variables bien représentées et proches l'une de l'autre sont corrélées positivement (coefficient de corrélation proche de 1) tandis que deux variables qui s'opposent sont corrélées négativement (coefficient de corrélation proche de -1). Deux variables positionnées à angle droit ne sont pas du tout corrélées (coefficient de corrélation égal à 0).

7-3-3-2- Classification Ascendante Hiérarchique

Le principe de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) est de rassembler les observations ou les modalités d'une variable selon un critère de ressemblance défini au préalable. Les observations les plus « ressemblantes » seront ainsi réunies dans des groupes homogènes, lesquels se rassembleront plus ou moins rapidement en fonction de leurs ressemblances. La classification est ascendante car elle part des observations individuelles ; elle est hiérarchique car elle produit des classes ou groupes de plus en plus vastes, incluant des sous-

groupes en leur sein. La notion de « ressemblance » entre observations est évaluée par la distance entre les points.

Une matrice de proximité (de distance) sera établie à l'issue de l'analyse en composantes principales ACP du tableau des observations des impliqués. À partir de cette matrice une CAH sert à déterminer les classes regroupant les impliqués habitant sur un niveau hiérarchique déterminé qui sont les plus proches dans l'espace factoriel. Le résultat est un diagramme d'arborescence hiérarchisé ou dendrogramme. La classification est faite en regroupant les individus par emboîtements successifs des groupes constitués à chaque étape. Couper un arbre hiérarchique fait apparaître une partition. Sa qualité dépend de la variabilité à l'intérieur de chaque classe et d'une classe à l'autre. L'objectif étant de minimiser la variance intraclasse et de maximiser la variance interclasse. À ce stade de l'analyse, il nous semble intéressant d'appliquer une méthode de classification à partir des différentes variables des impliqués codées précédemment. Ces variables liées aux caractéristiques de l'accident (gravité, scénario-type...), aux variables de mobilité (mode de déplacement, motif et distance habitat/accident) et aux caractéristiques socio-économiques de l'impliqué (âge, sexe, profession, PCS...) vont nous permettre de mettre en relation les caractéristiques socio-économiques des impliqués dans les accidents habitant sur les niveaux différents du réseau et la structure spatiale du risque routier sur les voies urbaines dans la métropole lilloise.

7-3-4- Méthodes de l'analyse spatiale

Après la mise en relation entre les caractéristiques générales des impliqués et les niveaux des voies de domicile, une analyse spatiale des accidents sera effectuée par l'analyse de la dispersion et l'orientation des accidents dans l'espace.

Les méthodes de l'analyse spatiale éclairent la compréhension de la répartition des déplacements et des risques de ces habitants afin d'identifier les différentes formes de cohabitation dans les espaces urbains. Le système d'information géographique permet de faire une analyse de la structure spatiale d'objets géographiques. Cette analyse spatiale s'articule principalement autour de trois méthodes (cf. 6-3-2) issues de l'ArcGIS :

- La première méthode est la méthode de l'ellipse de l'écart type, *Standard Deviation Ellipse* (SDE), cette méthode nous permet d'analyser la dispersion des accidents en fonction de l'ellipse créée à partir d'un nuage de points qui constitue dans notre recherche les lieux d'accident. La création des ellipses des points des accidents des impliqués habitant sur les niveaux différents nous permet d'analyser la dispersion en fonction de la surface de l'ellipse.

L'intensité et l'orientation seront mesurées en fonction des dimensions des axes des ellipses ;

- La deuxième méthode de l'analyse spatiale des accidents sera par l'analyse de densité des accidents par la méthode de *Kernel Density* selon les niveaux des voies d'habitat des impliqués dans les accidents dans les trois communes sélectionnées Lille, Roubaix et Tourcoing, nous allons calculer la densité des accidents ;
- La troisième méthode est l'analyse de la distance entre le lieu d'habitat et le lieu d'accident et rapporter ces distances aux caractéristiques socio-économiques des impliqués. L'idée de cette méthode est d'analyser le lien entre caractéristiques de la mobilité et niveau de risque des populations habitant aux différents niveaux hiérarchiques.

Elle s'appuie sur l'analyse des distances entre les lieux d'habitat (origines des déplacements) et les destinations des déplacements pour déterminer le niveau d'exposition au risque routier. Mais, les données et les outils disponibles ne permettent pas d'affecter les données de la mobilité aux populations selon leurs voies d'habitation. Pour cela, nous allons analyser les distances entre les lieux d'habitat en tant qu'origines des déplacements et les lieux d'accident (points terminaux du trajet). Puis ces distances seront mises en relation avec les caractéristiques socio-économiques des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques (cf. 8-4-3).

Conclusion du chapitre 7

Les méthodes présentées dans ce chapitre ont montré leur efficacité dans l'étude menée par Fleury et *al.* (2009). Elles ont permis d'explorer la sécurité routière dans les zones urbaines sensibles. Cette exploitation s'inscrit notamment dans le panorama des recherches en sécurité routière en milieu urbain. De plus, elle est parmi les premières recherches qui s'inscrivent dans l'illustration pratique de la vision globale de la sécurité routière (Fleury, 1998).

Ce travail de thèse s'inscrit notamment dans le même courant d'investigation. Rappelant qu'on cherche à investiguer le lien entre la sécurité routière et la dimension sociospatiale, le lien entre le niveau de risque et la localisation des habitats (niveaux hiérarchiques) des impliqués dans les accidents. L'accès et l'exploitation, par ailleurs, de ces informations sont possibles. Le codage puis le géocodage des PV permettent de créer une base de données sur la dimension socio-économique des impliqués ainsi que des données spatiales (localisation des accidents, adresses des impliqués et le niveau des voies de leur résidence). L'utilisation des SIG permet d'analyser les données spatiales (la mesure de dispersion et l'intensité d'orientation des accidents dans l'espace) et de les croiser avec les données socio-économiques.

CHAPITRE 8

LIENS ENTRE LES NIVEAUX HIÉRARCHIQUES ET LE NIVEAU DU RISQUE

Au cours des chapitres précédents, diverses méthodes d'analyses spatiales et statistiques ont été présentées. Afin de montrer leur complémentarité, nous proposons maintenant de les mettre en pratique dans le cadre d'une étude particulière. C'est pourquoi, nous chercherons à travers des études statistiques, épidémiologiques et spatiales à expliquer les niveaux du risque des différents niveaux hiérarchiques et la répartition des accidents sur les territoires ce qui peut expliquer les tendances de la mobilité mais aussi les caractéristiques urbanistiques ou sociales des niveaux hiérarchiques. Par ailleurs, nous testerons des hypothèses selon lesquelles la différenciation spatiale et socio-économique génère des niveaux du risque différents.

8-1- Différence du risque d'être impliqué dans les accidents pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents

La recherche des adresses dans les procès-verbaux d'accidents corporels de la circulation permet de repérer les personnes impliquées dans les accidents en tant que conducteur, passager ou piéton, et domiciliées sur les voies hiérarchisées à différents niveaux. L'analyse statistique permet de donner les taux d'impliqués dans les accidents pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques rapportés à la population des niveaux. L'analyse comparative aide à estimer les « surrisques » ou « sous-risques » pour les populations des couples possibles des niveaux hiérarchiques dans les trois terrains étudiés. Le « surrisque ou sous-risque » d'être impliquées dans les accidents pour les populations habitant deux niveaux différents (N_i , N_j) est défini comme une différence des taux de risque de niveau (N_i) et celui de niveau (N_j) rapportée au taux du risque de niveau (N_i ou N_j) selon le plus faible.

8-1-1- Risque d'être impliqué dans les accidents, rapporté à la population

Les niveaux du risque d'être impliqué dans les accidents pour les populations habitant des voies structurantes du réseau « niveau 2 » ou celles habitant d'autres types de voies urbaines « niveaux 3, 4 et 5 » rapportés à la population sont représentés dans les tableaux ci-après (du tableau 2 au tableau 4).

Niveau 2 et Niveau 3	Population	Impliqués	Taux impliqués/pop	Sous-risque
Niveau 2 - Lille	2 570	38	1,48 %	-26 %
Niveau 3 - Lille	3 155	59	1,87 %	
Niveau 2 - Roubaix	955	17	1,78 %	-52 %
Niveau 3 - Roubaix	5 860	159	2,71 %	
Niveau 2 - Tourcoing	3 560	40	1,12 %	-37 %
Niveau 3 - Tourcoing	2 940	45	1,53 %	
Total - Niveau 2	7 085	95	1,34 %	-64 %
Total - Niveau 3	11 955	263	2,20 %	

Tableau 2, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 2 » ou au « niveau 3 » rapportée à la population.

L'analyse comparative entre le niveau du risque des populations du « niveau 2 » et du « niveau 3 » montre de nets **sous-risques** pour les populations du « niveau 2 » par rapport à celles du « niveau 3 » dans les communes de Lille, Roubaix et Tourcoing respectivement -26 %, -52 % et -36 %. Il est aussi notable que la différence du risque dans la commune de Roubaix est plus importante que celle dans les communes de Lille et Tourcoing. Le sous-risque total est estimé à -64 %.

De même, nous allons comparer l'inégalité du risque d'être impliqué dans les accidents pour les populations habitant au « niveau 2 » et au « niveau 4 ».

Niveau 2 et Niveau 4	Population	Impliqués	Taux impliqués/pop	Surrisque
Niveau 2 - Lille	2 570	38	1,48 %	+85 %
Niveau 4 - Lille	9 270	74	0,80 %	
Niveau 2 - Roubaix	955	17	1,78 %	+60 %
Niveau 4 - Roubaix	7 865	87	1,11 %	
Niveau 2 - Tourcoing	3 560	40	1,12 %	+58 %
Niveau 4 - Tourcoing	8 480	60	0,71 %	
Total - Niveau 2	7 085	95	1,34 %	+56 %
Total - Niveau 4	25 615	221	0,86 %	

Tableau 3, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 2 » ou au « niveau 4 » rapportée à la population.

Le tableau ci-dessus montre de nets **surrisques** pour les populations habitant au « niveau 2 » par rapport à celles habitant au « niveau 4 ».

Dans le même sens, la comparaison entre le « niveau 2 » et le « niveau 5 » donne des **surrisques** des populations habitant au « niveau 2 ». La différence du risque prend le même sens dans les terrains étudiés allant de « 0,18 % » pour celle de Tourcoing à « 0,61 % » pour celle de Lille.

Niveau 2 et Niveau 5	Population	Impliqués	Taux impliqués/pop	Surrisque
Niveau 2 - Lille	2 570	38	1,48 %	+70 %
Niveau 5 - Lille	9 145	80	0,87 %	
Niveau 2 - Roubaix	955	17	1,78 %	+16 %
Niveau 5 - Roubaix	4 725	73	1,54 %	
Niveau 2 - Tourcoing	3 560	40	1,12 %	+19 %
Niveau 5 - Tourcoing	6 935	65	0,94 %	
Total - Niveau 2	7 085	95	1,34 %	+28 %
Total - Niveau 5	20 805	218	1,05 %	

Tableau 4, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 2 » ou au « niveau 5 » rapportée à la population.

Puis, nous effectuons une analyse comparative des niveaux du risque d'être conducteur, passager ou piéton impliqué dans les accidents pour les populations habitant des voies de distribution « niveau 3 » par rapport à celles habitant des voies de desserte locale « niveaux 4 et 5 » (tableaux 5 et 6).

Niveau 3 et Niveau 4	Population	Impliqués	Taux impliqués/pop	Surrisque
Niveau 3 - Lille	3 155	59	1,87 %	+134 %
Niveau 4 - Lille	9 270	74	0,80 %	
Niveau 3 - Roubaix	5 860	159	2,71 %	+144 %
Niveau 4 - Roubaix	7 865	87	1,11 %	
Niveau 3 - Tourcoing	2 940	45	1,53 %	+115 %
Niveau 4 - Tourcoing	8 480	60	0,71 %	
Total - Niveau 3	11 955	263	2,20 %	+156 %
Total - Niveau 4	25 615	221	0,86 %	

Tableau 5, Différence du risque relatif d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 3 » ou au « niveau 4 » rapportée à la population.

Un **surrisque** très important sera présenté entre les voies de distribution « niveau 3 » et les voies de desserte locale primaire « niveau 4 » dans les trois terrains étudiés allant de 115 % dans la commune de Tourcoing à 144 % dans la commune de Roubaix.

De même, nous avons trouvé un **surrisque** assez important pour les populations habitant au « niveau 3 » par rapport à celles habitant des voies de circulation apaisée « niveau 5 », allant de 63 % dans la commune de Tourcoing à 115 % dans la commune de Lille.

Niveau 3 et Niveau 5	Population	Impliqués	Taux impliqués/pop	Surrisque
Niveau 3 - Lille	3 155	59	1,87 %	+115 %
Niveau 5 - Lille	9 145	80	0,87 %	
Niveau 3 - Roubaix	5 860	159	2,71 %	+76 %
Niveau 5 - Roubaix	4 725	73	1,54 %	
Niveau 3 - Tourcoing	2 940	45	1,53 %	+63 %
Niveau 5 - Tourcoing	6 935	65	0,94 %	
Total - Niveau 3	11 955	263	2,20 %	+110 %
Total - Niveau 5	20 805	218	1,05 %	

Tableau 6, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que l'impliqué habite de « niveau 3 » ou de « niveau 4 », rapportée à la population.

Enfin, nous avons comparé les risques relatifs d'être impliqué dans les accidents pour les populations habitant des voies de desserte locale primaire « niveau 4 » par rapport à celles habitant des voies de circulation apaisée « niveaux 5 ». (Tableau 7).

Niveau 4 et Niveau 5	Population	Impliqués	Taux impliqués/pop	Risque relatif
Niveau 4 - Lille	9 270	74	0,80 %	-9 %
Niveau 5 - Lille	9 145	80	0,87 %	
Niveau 4 - Roubaix	7 865	87	1,11 %	-39 %
Niveau 5 - Roubaix	4 725	73	1,54 %	
Niveau 4 - Tourcoing	8 480	60	0,71 %	-32 %
Niveau 5 - Tourcoing	6 935	65	0,94 %	
Total - Niveau 4	25 615	221	0,86 %	-22 %
Total - Niveau 5	20 805	218	1,05 %	

Tableau 7, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que l'impliqué habite sur « niveau 4 » ou de « niveau 5 », rapportée à la population.

Un sous-risque dans les trois communes étudiées allant de 9 % dans la commune de Lille 39 % dans la commune de Roubaix.

En résumé

L'analyse comparative des risques d'être impliqué dans les accidents a montré que le « niveau 3 » est le plus risqué ; suivent, dans l'ordre décroissant du risque, les niveaux 2, 5 et, enfin, 4. Cette comparaison a été faite à partir du nombre d'impliqués dans un accident corporel de circulation, pendant la période étudiée, habitant d'un niveau hiérarchique donné rapporté à la population de ce même niveau.

Il est aussi à noter que la comparaison des paires de niveaux hiérarchiques pour les trois communes étudiées (Lille, Roubaix et Tourcoing) révèle les mêmes tendances de surrisque. Quant aux ordres des grandeurs, la commune de Lille, ayant une morphologie urbaine (densité et type de bâtis) différente, se distingue des communes de Roubaix et de Tourcoing.

8-1-2- Significativité statistique des risques relatifs et des risques relatifs ajustés (la procédure de Mantel-Haenszel)

Niveau 2 et niveau 3

Le tableau suivant (tableau 8) donne le risque relatif des impliqués demeurant dans les rues structurantes du réseau de « niveau 2 » et les rues de distribution de « niveau 3 » dans les communes de Lille, Roubaix et Tourcoing.

		Niveau 2	Niveau 3	RRi	Int Conf 95 % (RRi) borne basse	Int Conf 95 % (RRi) borne haute	Khi-deux
LILLE	Habitants impliqués	38	59	0,791	0,528	1,185	1,303
	Habitants non impliqués	2 532	3 096				
ROUBAIX	Habitants impliqués	17	159	0,656	0,400	1,077	2,843
	Habitants non impliqués	938	5 701				
TOURCOING	Habitants impliqués	40	45	0,734	0,481	1,121	2,067
	Habitants non impliqués	3 520	2 895				

Tableau 8, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 2 » et celles de « niveau 3 ».

Tous les risques relatifs calculés sont nettement inférieurs à 1. En passant aux valeurs numériques, le test Mantel-Haenszel permet d'estimer le risque relatif ajusté. Cette procédure révèle que le risque encouru par ceux qui habitent sur les voies de « niveau 2 », rapporté à celui pour ceux qui habitent sur les voies de « niveau 3 » est estimé à $RR_{a(2-3)} = 0,73$, compris dans l'intervalle [0,57 ; 0,94] Ceci explique qu'il y a un sous-risque de 27 %. Le Khi-deux de Mantel-Haenszel prend la valeur 6,004 à comparer à 5,991 à seuil à 5 % pour deux degrés de liberté. Alors, la valeur de ce risque est significativement différente avec un risque d'erreur de moins de 5 %. Il faut aussi s'interroger sur l'homogénéité de ce résultat lorsque l'on passe des voies de même niveau aux autres dans une autre commune. L'effet peut être différent selon la structure spatiale de chaque type de voie, selon la comparaison socio-économique, selon la distance aux aménités urbaines et bien d'autres variables qui peuvent expliquer des différences entre différents territoires.

Le test d'interaction (I) est alors réalisé pour étudier si l'effet mis en évidence diffère d'une strate à une autre. Cette statistique est la moyenne quadratique pondérée des écarts entre les estimations des $\ln(RR_i)$ et l'estimation de $\ln(RR_a)$.

$$\text{Soit : } I = \sum W_i (\ln(RR_i) - \ln(RR_a))^2$$

Cette statistique est distribuée comme un Khi-deux à k-1 degré de liberté. Calculé sur l'échantillon des voies structurantes et des voies de distribution, $I = 0,33$, inférieur au seuil d'un Khi-deux à 2 degrés de liberté qui est de 5,991. Il n'est donc pas possible de rejeter l'hypothèse

d'une absence d'interaction, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de conclure à des différences d'effet entre les voies structurantes et les voies de distribution.

Niveau 2 et niveau 4

La comparaison entre le niveau du risque des populations habitant au « niveau 2 » et celles habitant au « niveau 4 » montre un surrisque dans les trois échantillons étudiés. La valeur de Khi-deux est supérieure à la valeur de seuil de 5 % (3,841) dans les communes de Lille et Roubaix, tandis qu'elle est inférieure à cette valeur dans la commune de Tourcoing.

		Niveau 2	Niveau 4	RRi	Int Conf 95 % (RRi) borne basse	Int Conf 95 % (RRi) borne haute	Khi-deux
Roubaix	Habitants impliqués	38	74	1,852	1,256	2,732	9,939
	Habitants non impliqués	2 532	9 196				
Tourcoing	Habitants impliqués	17	87	1,609	0,961	2,694	3,319
	Habitants non impliqués	938	7 778				
Lille	Habitants impliqués	40	60	1,588	1,066	2,365	5,269
	Habitants non impliqués	3 520	8 420				

Tableau 9, Valeurs de procédure de Mantel Haenszel calculées pour les trois couples de voies structurantes du réseau et de voies de desserte locale primaire.

Le risque relatif ajusté est de **RR_a (2-4) = 1,69**

Son intervalle de confiance à 99,9 % est : Borne basse : 1,080 ; Borne haute : 1,559

Le Khi-deux de Mantel-Haenszel prend la valeur 18,037. Significatif à 0,1 % (seuil à 0,1 % : 13,82 pour deux degrés de liberté).

Test de l'interaction : l'effet mis en évidence diffère-t-il d'une strate à l'autre ?

$I = 0,342 < 5,991$ pour 2 degrés de liberté. Alors nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse d'une absence d'interaction (c'est-à-dire d'une absence de différences d'effet entre les strates) au seuil 5 %.

Niveau 2 et niveau 5

La valeur de Khi-deux est supérieure à la valeur de seuil de 5 % (3,841) dans la commune de Lille, tandis qu'elle est inférieure à cette valeur dans les communes de Roubaix et Tourcoing. Le risque relatif ajusté calculé à l'aide de la procédure de Mantel-Haenszel est estimé à **RR_a (2-5) = 1,36** dans l'intervalle [1,07 ; 1,74], Khi-deux = 6,055 à comparer à 5,991 pour le seuil de 5 %.

		Niveau 2	Niveau 5	RRi	Int Conf 95 % (RRi) borne basse	Int Conf 95 % (RRi) borne haute	Khi-deux
LILLE	Habitants impliqués	38	80	1,690	1,152	2,481	7,335
	Habitants non impliqués	2 532	9 065				
ROUBAIX	Habitants impliqués	17	73	1,152	0,683	1,944	0,282
	Habitants non impliqués	938	4 652				
TOURCOING	Habitants impliqués	40	65	1,199	0,810	1,774	0,825
	Habitants non impliqués	3 520	6 870				

Tableau 10, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 2 » et celles de « niveau 5 ».

Le test de l'interaction donne la valeur **I = 2,0169** inférieures à 5,991, alors il faut rejeter l'hypothèse d'une absence d'interaction (c'est-à-dire d'une absence de différences d'effet entre les strates) au seuil 5 %.

Niveau 3 et niveau 4

Les risques relatifs pour les trois couples des voies des niveaux 3 et 4 sont supérieurs à 1. Le Khi-deux est également toujours supérieur au seuil de 0,1 % (10,85 pour 1 degré de liberté).

		Niveau 3	Niveau 4	RRi	Int Conf 95 % (RRi) borne basse	Int Conf 95 % (RRi) borne haute	Khi-deux
Roubaix	Habitants impliqués	59	74	2,343	1,668	3,290	25,533
	Habitants non impliqués	3 096	9 196				
Tourcoing	Habitants impliqués	159	87	2,453	1,893	3,179	49,275
	Habitants non impliqués	5 701	7 778				
Lille	Habitants impliqués	45	60	2,163	1,473	3,177	16,234
	Habitants non impliqués	2 895	8 420				

Tableau 11, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 2 » et celles de « niveau 3 ».

Le risque relatif ajusté est de **RR_a(3-4) = 2,35**

Son intervalle de confiance à 95 % est : Borne basse : 1,96 ; Borne haute : 2,82

Le Khi-deux de Mantel-Haenszel prend la valeur 90,84, significatif à 0,1 %, à comparer à 13,82 pour le seuil à 0,01 % pour deux degrés de liberté.

Test de l'interaction : l'effet mis en évidence diffère-t-il d'une strate à l'autre ?

I = 0,28 < 5,991 pour 2 degrés de liberté. Alors nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse d'une absence d'interaction (c'est-à-dire d'une absence de différences d'effet entre les strates) au seuil 5 %.

Niveau 3 et niveau 5

Tous les risques relatifs calculés sont nettement supérieurs à 1 pour les voies des trois communes étudiées. Le Khi-deux est supérieur au seuil de 0,1 % (10,85 pour 1 degré de liberté) dans les communes de Roubaix et Tourcoing, tandis qu'il est supérieur au seuil de 1 % (6,6485 pour 1 degré de liberté) dans la commune de Lille.

		Niveau 3	Niveau 5	RRi	Int Conf 95 % (RRi) borne basse	Int Conf 95 % (RRi) borne haute	Khi-deux
Roubaix	Habitants impliqués	59	80	2,138	1,531	2,985	20,796
	Habitants non impliqués	3 096	9 065				
Tourcoing	Habitants impliqués	159	73	1,756	1,335	2,311	16,656
	Habitants non impliqués	5 701	4 652				
Lille	Habitants impliqués	45	65	1,633	1,119	2,382	6,599
	Habitants non impliqués	2 895	6 870				

Tableau 12, Valeurs de procédure de Mantel Haenszel calculées pour les trois couples de voies de distribution du réseau et de voies de dessertes locales primaires.

Le risque relatif ajusté est de **RRa (3-5) = 1,83**

Son intervalle de confiance à 95 % est : Borne basse : 1,52 ; Borne haute : 2,21

Le Khi-deux de Mantel-Haenszel prend la valeur 41,670, significatif à 0,1 %, à comparer au seuil à 0,1 % : 13,82 pour deux degrés de liberté.

Test de l'interaction : l'effet mis en évidence diffère-t-il d'une strate à l'autre ?

$I = 1,268 < 5,991$ pour 2 degrés de liberté. Il n'est pas possible de rejeter l'hypothèse d'une absence d'interaction (c'est-à-dire d'une absence de différences d'effet entre les strates) au seuil 5 %.

Niveau 4 et niveau 5

L'estimation des risques relatifs pour les trois couples de voies de quatrième et cinquième niveaux est inférieure à 1. Et les valeurs de Khi-deux dans les communes de Roubaix et Lille ne sont pas significatives, tandis qu'elle est significative à 5 % pour la commune de Tourcoing, (à comparer à 3,84 % pour 1 degré de liberté).

		Niveau 4	Niveau 5	RRi	Int Conf 95 % (RRi) borne basse	Int Conf 95 % (RRi) borne haute	Khi-deux
Roubaix	Habitants impliqués	74	80	0,913	0,666	1,250	0,325
	Habitants non impliqués	9 196	9 065				
Tourcoing	Habitants impliqués	87	73	0,716	0,526	0,975	4,530
	Habitants non impliqués	7 778	4 652				
Lille	Habitants impliqués	60	65	0,755	0,532	1,071	2,503
	Habitants non impliqués	8 420	6 870				

Tableau 13, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 4 » et celles de « niveau 5 ».

Selon la procédure de Mantel Haenszel le risque relatif ajusté est de **RR_a (4-5) = 0,79**. Son intervalle de confiance à 95 % est : Borne basse : 0,657 ; Borne haute : 0,954

Le Khi-deux de Mantel-Haenszel prend la valeur 6,015. À comparer à 5,991 à seuil à 5 % pour deux degrés de liberté.

Test de l'interaction : l'effet mis en évidence diffère-t-il d'une strate à l'autre ?

$I = 1,260 < 5,991$ pour 2 degrés de liberté. Il n'est pas possible de rejeter l'hypothèse d'une absence d'interaction (c'est-à-dire d'une absence de différences d'effet entre les strates) au seuil 5 %.

En résumé

L'utilisation du test de Mantel-Haenszel a permis d'homogénéiser, pour les trois terrains, les surrisques pour chaque paire de niveaux hiérarchiques. Ce test sert alors à calculer le risque relatif ajusté (RR_a) défini comme le risque encouru par les habitants d'un niveau hiérarchique donné rapporté à celui des habitants d'un autre niveau hiérarchique. Le risque relatif ajusté entre le « **niveau 2** » et le « **niveau 3** » est estimé à $RR_{a2-3} = 0,73$. La valeur de ce risque relatif est significativement différente de 1, avec une probabilité d'erreur de moins de 5 %. Cela signifie que le « **niveau 2** » dans l'ensemble des terrains étudiés a un **sous-risque de 27 %** par rapport au « **niveau 3** ». Autrement dit, la population du « **niveau 3** » est 1,27 fois plus impliquée dans les accidents que celle du « **niveau 2** ». De même, le « **niveau 3** » est **2,35 fois** plus risqué que le « **niveau 4** » (135 % de surrisque) et **1,83 fois** plus risqué que le « **niveau 5** » (avec des probabilités d'erreur inférieures à 1 %).

L'analyse bibliographique a montré que pour les deux niveaux de voies urbaines aux extrémités d'une hiérarchie fonctionnelle (« **niveaux 2, 4 et 5** »), l'aménageur dispose d'un corpus cohérent de connaissances sur la nature des aménagements susceptibles de favoriser la concordance entre le trafic (volume et composition) et les vitesses souhaitées. En effet, les voies du « **niveau 2** » sont aménagées selon le principe de la ségrégation fonctionnelle tandis que les voies des « **niveaux 4 et 5** » respectent le principe d'intégration des différents usagers, avec modulation importante des vitesses. En contraste, les voies de « **niveau 3** » ont des aspects intermédiaires entre les deux extrémités de la hiérarchie. Pour cette raison, il est difficile de présenter des critères d'aménagement distincts pour les voies de ce « **niveau 3** » ce qui perturbe le comportement des usagers et mène à des taux de risques plus élevés.

Les RR_a « **niveaux 2-4** » et « **niveaux 2-5** » sont supérieurs à 1 et sont estimés à $RR_{a2-4} = 1,69$ avec une probabilité d'erreur de moins de 0,1 % et à $RR_{a2-5} = 1,36$ avec une probabilité d'erreur de moins de 5 %. Le surrisque du « **niveau 2** » par rapport au « **niveau 4** » et au « **niveau 5** » s'explique par les fonctions (trafic, transit...), effectivement très différentes entre ces niveaux hiérarchiques.

Enfin, le « **niveau 5** » est 1,27 fois plus risqué que le « **niveau 4** » avec 5 % de probabilité d'erreur. Ce fait s'explique par les différences de comportement des populations. En effet, l'élimination ou la réduction du trafic dans les voies de « **niveau 5** », par différents moyens

paraît souvent *a priori* favorable. Dans la pratique, une telle élimination a aussi des effets sur le comportement des individus et sur les conditions de l'insécurité routière et a fait l'objet de certaines critiques se concentrant sur l'absence d'apprentissage du trafic par les jeunes enfants. (Fleury, 1998).

8-2- Caractéristiques générales des impliqués et de leurs accidents

L'étude des caractéristiques générales des impliqués se fera selon trois axes : le premier présente les caractéristiques des impliqués habitant sur les niveaux hiérarchiques différents (type d'usager, âge, sexe, activité – actif occupé ou inactif – et catégorie socioprofessionnelle). Le second axe présente les caractéristiques liées à la mobilité des impliqués et au déroulement des accidents (mode de déplacement, motif de déplacement, manœuvre individuelle de l'impliqué, localisation de l'accident et la conséquence corporelle de l'accident). Le troisième axe explique les scénarios-types d'accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

8-2-1- Typologie socio-économiques des voies sélectionnées

Avant de commencer à analyser le lien entre les caractéristiques des impliqués dans les accidents et les niveaux hiérarchiques de leur résidence, il est très important d'étudier la composition socio-économique des populations des voies sélectionnées. En effet, le Nord-Pas-de-Calais est une des régions où le taux d'activité est parmi les plus faibles. Cette région enregistre un taux de chômage supérieur à la moyenne nationale depuis le début des années soixante (INSEE, 1995). Dans ce contexte régional défavorable, la métropole lilloise se démarque par une situation économique beaucoup plus avantageuse. Suite à la désindustrialisation, la zone d'emploi de Lille a su compenser le déficit de travail dans les secteurs traditionnels par la création d'activités tertiaires et le renforcement de l'importance de la métropole au niveau local, régional et national. La zone de Roubaix et Tourcoing, plus fortement touchée par la restructuration de l'industrie textile et plus exposée aussi, a cependant bénéficié du dynamisme insufflé par la construction de la métropole. Malgré cela, le chômage et la précarité y sont beaucoup plus importants que dans le secteur de Lille. L'ouvrage de l'INSEE, *Regards sur les quartiers au Nord-Pas-de-Calais*, publié en 2007 apporte un éclairage nouveau et une vision d'ensemble des grandes familles de quartiers qui composent la région du Nord. Un des objectifs de cette étude a été d'identifier les indicateurs les plus pertinents pour différencier les territoires, parmi une trentaine de variables. La technique statistique de l'analyse factorielle multiple (AFM) permet de passer de la trentaine de variables introduites à seulement quatre

« axes » d'analyse, conçus comme des combinaisons, ou des résumés, des variables initiales. En découlent des « profils » ou « familles » de quartiers, détaillés.

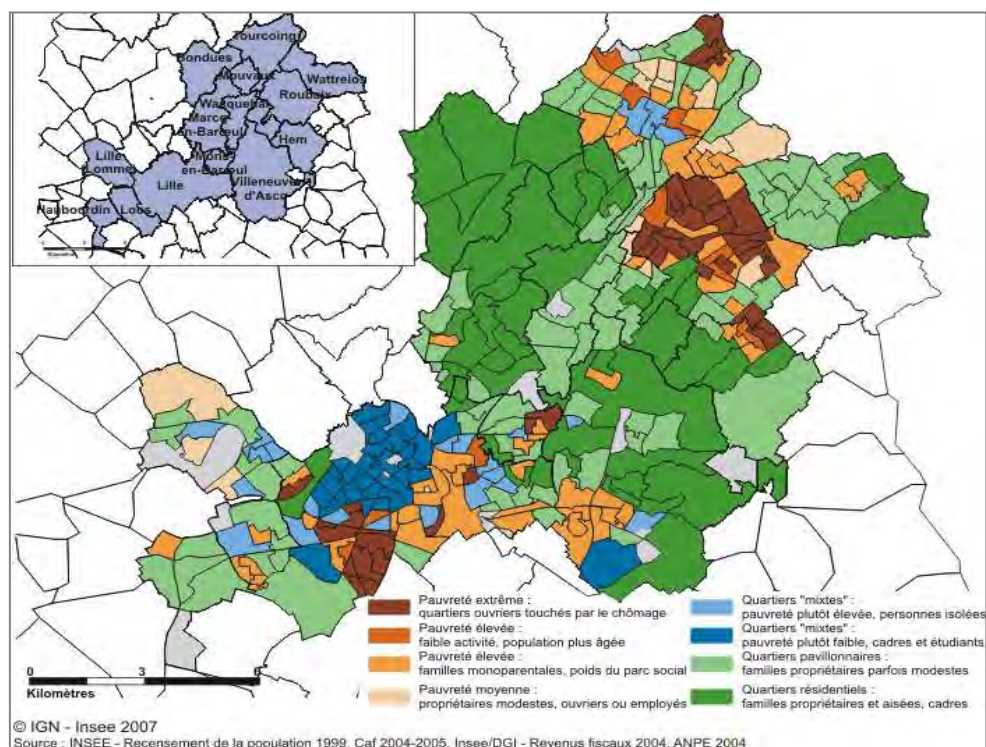


Figure 59, Typologie des quartiers à l'échelle infracommunale de la LMCU. Regards sur les quartiers en Nord-Pas-de-Calais. Source INSEE, 2007.

La méthode aboutit ainsi à huit grands groupes :

- Groupe 1 : une pauvreté très prononcée dans des quartiers ouvriers touchés par le chômage ;
- Groupe 2 : une pauvreté élevée, des quartiers à la population âgée et faiblement insérée sur le marché du travail ;
- Groupe 3 : une pauvreté élevée, des quartiers comptant un parc HLM développé et davantage de familles monoparentales ;
- Groupe 4 : une pauvreté moyenne, des quartiers aux ménages de propriétaires modestes, ouvriers ou employés ;
- Groupe 5 : une pauvreté plutôt élevée et surreprésentation des personnes isolées ;
- Groupe 6 : une pauvreté plutôt faible et surreprésentation d'étudiants et de cadres ;
- Groupe 7 : une pauvreté plutôt faible, présence de familles de propriétaires parfois modestes, des quartiers résidentiels aux niveaux de vie homogènes ;
- Groupe 8 : niveau de richesse élevé, présence de familles de propriétaires aisés, des quartiers résidentiels aux niveaux de vie homogènes.

Les quatre premières catégories de quartiers font bien ressortir les secteurs les plus en difficulté de la métropole, retenus pour les plus pauvres dans la politique de la ville. Il est logique de trouver dans la catégorie « pauvreté extrême » les quartiers les plus difficiles de Roubaix (Alma, Hommelet), de Tourcoing (Bourgogne), de Lille (Lille Sud, Faubourg de Béthune, Bois Blancs, Wazemmes, Moulins, Fives) et de Mons-en-Barœul, qui cumulent un ensemble de difficultés (chômage, faible qualification, parc HLM prépondérant ou parc ancien peu valorisé, etc.). **Les quartiers « résidentiels »** correspondent bien aux secteurs les plus aisés situés autour du grand boulevard reliant Lille à Roubaix et Tourcoing ou en zones périurbaines (Bondues, Mouvaux, Marcq-en-Barœul, sud de Roubaix, nord de Croix, sud-ouest de Hem, Villeneuve-d'Ascq, Pévèle, etc.). **Les quartiers d'étudiants et de jeunes actifs** se situent surtout dans le centre de Lille où le parc locatif privé est important. La typologie des quartiers précise le profil des difficultés sociales. Au-delà d'une qualification selon le degré de difficulté, il est intéressant de voir ressortir le type de pauvreté. Parmi les quartiers accueillant les populations les plus pauvres figurent ainsi des quartiers avec une population plus âgée, comme le quartier de la Route d'Houplines, qui demande une réponse différente de celle proposée dans des quartiers de familles monoparentales et de familles nombreuses comme les Oliveaux à Loos. De même, parmi **les quartiers intermédiaires ou mixtes**, il est intéressant de voir apparaître comme présentant une pauvreté élevée et des personnes isolées, les centres villes d'Armentières, de Loos et de Tourcoing, ainsi que Fives à Lille.

Les quatre premières catégories de quartiers font bien ressortir les secteurs les plus en difficulté de la métropole, retenus pour les plus pauvres dans la politique de la ville.

À partir de cette typologie, et à l'aide de la base de données géographiques disponible, nous avons affecté les typologies socio-économiques des voies sélectionnées en fonction du quartier traversé par ces voies.

		Population Niveau 2	Population Niveau 3	Population Niveau 4	Population Niveau 5
Typologie Quartier	Pauvreté extrême : quartiers ouvriers touchés par le chômage	21 %	23 %	25 %	26 %
	Pauvreté élevée : faible activité, population plus âgée	11 %	9 %	6 %	5 %
	Pauvreté élevée : familles monoparentales, poids du parc social	15 %	19 %	19 %	20 %
	Pauvreté moyenne : propriétaires modestes, ouvriers ou employés	12 %	9 %	8 %	7 %
	Quartiers mixtes : pauvreté plutôt élevée, personnes isolées	10 %	11 %	9 %	16 %
	Quartiers mixtes : pauvreté plutôt faible, cadres et étudiants	24 %	25 %	22 %	21 %
	Quartiers pavillonnaires : familles propriétaires. Parfois modestes	7 %	4 %	11 %	5 %
		100 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 14, Proportion des populations des voies sélectionnées selon la typologie socio-économique des quartiers traversés.

Le tableau montre une typologie socio-économique différente des niveaux hiérarchiques étudiés. Cela permet d'analyser la dimension socio-économique du risque routier et de mieux comprendre les niveaux de risque des impliqués dans l'accident de la circulation.

8-2-2- Caractéristiques générales des impliqués

8-2-1-1- Répartition des impliqués selon le type

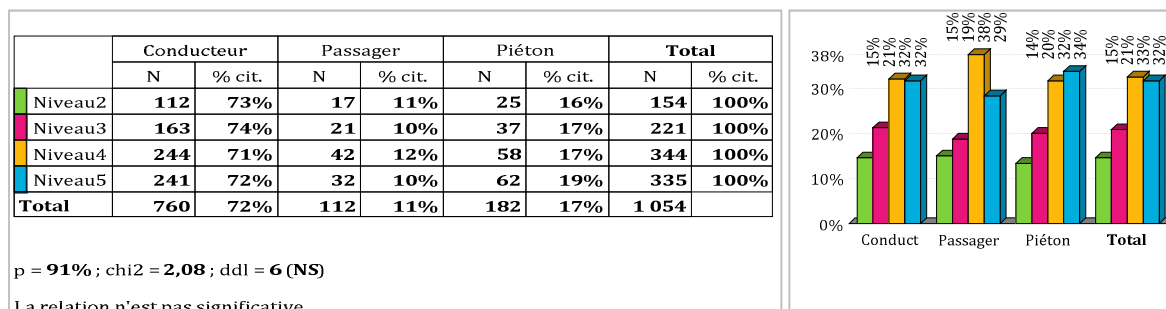


Tableau 15, Répartition des conducteurs/passagers ou piétons impliqués dans les accidents habitant aux niveaux hiérarchiques différents.

Le Khi-deux est de 2,08 (6 degrés de liberté) n'est pas significatif.

Cependant, Il faut noter que la proportion des impliqués en tant que conducteurs est beaucoup plus importante que celle des impliqués passagers ou piétons pour tous les niveaux hiérarchiques (plus de 70 % de l'ensemble des impliqués dans les accidents de la circulation). Il semble aussi que le pourcentage des impliqués piétons habitant au « niveau 5 » soit plus élevé que celui des impliqués habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

8-2-1-2- Répartition d'âge

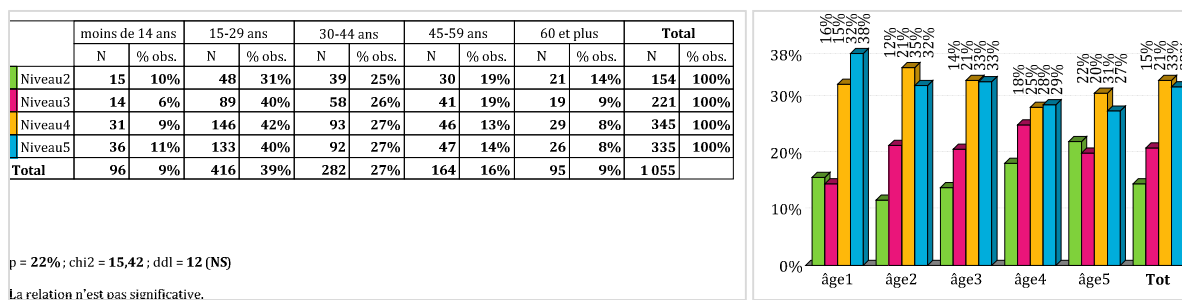


Tableau 16, Répartition des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques selon leur âge.

Le Khi-deux est de 15,42 (12 degrés de liberté) n'est pas significatif.

Il est toutefois notable que le pourcentage des impliqués âgés de plus de 60 ans est plus élevé s'ils habitent au « niveau 2 » que d'autres niveaux hiérarchiques.

Les pourcentages des impliqués âgés de 30 à 59 ans sont plus élevés pour les « niveaux 2 et 3 » que les « niveaux 4 et 5 ». Par contre, les proportions des jeunes impliqués âgés de moins de 30 ans sont plus élevées pour les « niveaux 4 et 5 » que pour les « niveaux 2 et 3 ».

8-2-1-3- Répartition des impliqués par sexe

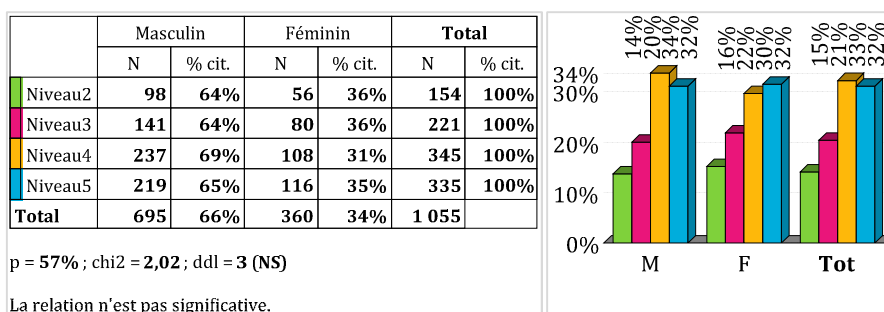


Tableau 17, Répartition des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques selon leur sexe.

Le Khi-deux est de 2,02 (3 degrés de liberté) n'est pas significatif. Mais le taux d'implication des masculins est plus élevé que celui des féminins. Il est aussi à noter que le pourcentage des impliqués masculins habitant au « niveau 4 » est plus élevé que celui des impliqués habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

8-2-1-4- Actif ou non actif

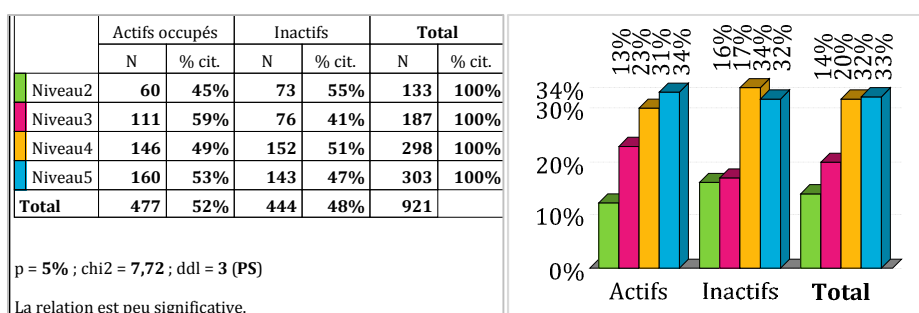


Tableau 18, Répartition des actifs occupés et inactifs impliqués dans les accidents habitant aux niveaux hiérarchiques différents.

Le Khi-deux est 7,92 (3 degrés de liberté), significatif à 5 %.

La répartition entre les impliqués en tant qu'actifs occupés ayant un travail et le reste de la population montre une différence entre les « niveaux 2 et 4 » et les niveaux « niveaux 3 et 5 ». La proportion des impliqués inactifs habitant aux « niveaux 2 et 4 » est plus élevée que celle des impliqués ayant un travail. Ceci s'explique à la fois par le pourcentage plus élevé des impliqués chômeurs, étudiants et des personnes âgées habitant à ces « niveaux 2 et 4 ». Par contre, les actifs occupés sont relativement plus impliqués s'ils habitent aux « niveaux 3 et 5 » que les « niveaux 2 et 4 ».

8-2-1-5- Profession et catégories socioprofessionnelles des actifs

	Artisan,com mercant,chef entreprise		Cadres profession intellectuelles		Professions intermédiaires		Employés		Ouvriers		Total	
	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.
Niveau2	5	8%	6	10%	13	22%	25	42%	10	17%	59	100%
Niveau3	10	9%	19	17%	32	29%	35	32%	15	14%	111	100%
Niveau4	26	18%	18	12%	37	25%	37	25%	28	19%	146	100%
Niveau5	18	11%	21	13%	60	38%	33	21%	28	18%	160	100%
Total	59	12%	64	13%	142	30%	130	27%	81	17%	476	

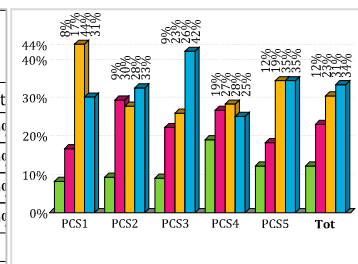


Tableau 19, Profession et catégories socioprofessionnelles des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

Le Khi-deux est de 22,17 (12 degrés de liberté). Significatif à 4 %.

Le pourcentage des impliqués de catégorie socioprofessionnelle PCS1 (artisanat, commerçant, chef d'entreprise) est plus élevé au « niveau 4 » et il est plus faible aux « niveaux 2 et 3 ».

La proportion des impliqués de catégorie PCS2 (cadre de profession intellectuelle) est plus élevée au « niveau 3 » que celle habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

Le taux d'implication des populations ayant une profession intermédiaire dans le cadre de la fonction publique ou administrative est plus important s'ils habitent au « niveau 5 ».

Les employés sont davantage impliqués dans les accidents de la circulation s'ils habitent aux « niveaux 2 et 3 » de la hiérarchisation du réseau.

8-2-1-6- Sans-emploi/retraité/étudiants

	Chomeur		Etudiant		Retraité		Total	
	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.
Niveau2	23	31%	36	49%	15	20%	74	100%
Niveau3	24	32%	39	51%	13	17%	76	100%
Niveau4	60	39%	68	45%	24	16%	152	100%
Niveau5	58	41%	61	43%	24	17%	143	100%
Total	165	37%	204	46%	76	17%	445	

p = 73% ; chi2 = 3,62 ; ddl = 6 (NS)
La relation n'est pas significative.

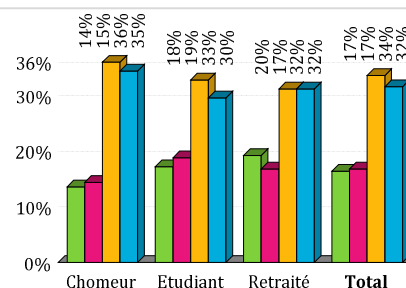


Tableau 20, Répartition des impliqués inactifs (chômeurs, étudiants, retraités) en fonction du niveau des voies de leur habitation.

Le Khi-deux est 3,62 (4 degrés de liberté) n'est pas significatif.

Cependant, nous pouvons indiquer un pourcentage plus élevé des impliqués chômeurs habitant aux « niveaux 4 et 5 » que ceux habitant aux « niveaux 2 et 3 ».

De même, la proportion des impliqués en tant qu'étudiants est plus élevée pour les « niveaux 2 et 3 » que pour les « niveaux 4 et 5 ».

Enfin, il est notable que le pourcentage des impliqués retraités est plus élevé pour ceux habitant au « niveau 2 » que d'autres niveaux hiérarchiques.

8-2-2- Caractéristiques générales des accidents

8-2-2-1- Répartition par modes de déplacement

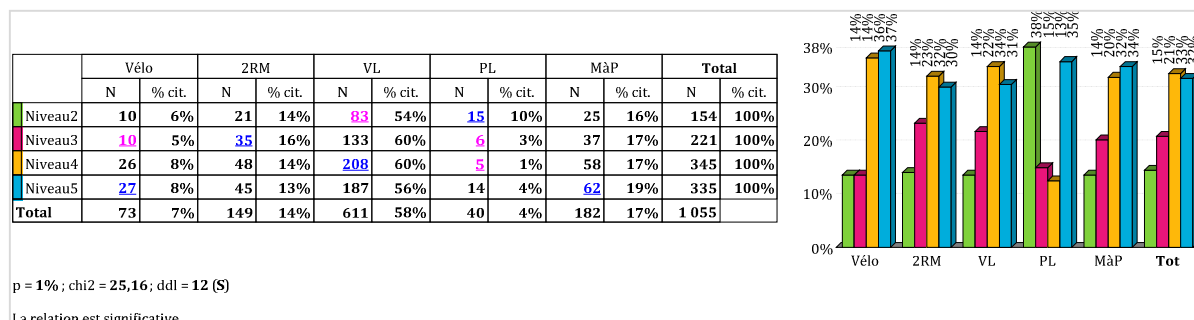


Tableau 21, Répartition des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques du réseau viaire selon les modes de déplacement utilisés.

Le Khi-deux calculé est de 25,16 (pour 12 degrés de liberté), la relation est significative à 1 %. Le tableau ci-dessus montre une proportion très importante de véhicules légers sur l'ensemble des niveaux hiérarchiques, elle est de 58 % sur l'ensemble des observations.

Les pourcentages de vélo et de marche sont plus élevés pour les impliqués habitant au « niveau 5 » que d'autres niveaux hiérarchiques.

De même, il semble que la proportion de deux-roues à moteur est plus élevée pour les impliqués habitant au « niveau 3 » que d'autres niveaux hiérarchiques.

Il est notable aussi un pourcentage beaucoup plus élevé de poids lourds pour les impliqués habitant des voies de « niveau 2 » par rapport à ceux qui habitent aux autres niveaux hiérarchiques.

8-2-2-2- Répartition par motif de déplacement

Lors du codage des accidents des impliqués, nous avons extrait le motif de déplacement des impliqués selon ce qui est indiqué dans les PV. Nous avons pu faire la distinction entre cinq motifs de déplacement, domicile-travail, domicile-école, motif d'achat, motif professionnel, ou loisirs. En effet, il existe un nombre assez important de PV d'accident dont le motif de déplacement n'est pas indiqué ou il est cité comme « autre » motif de déplacement, dans notre analyse nous supposons que le motif qui n'est pas l'un des cinq motifs cités précédemment sera classé comme « autre ».

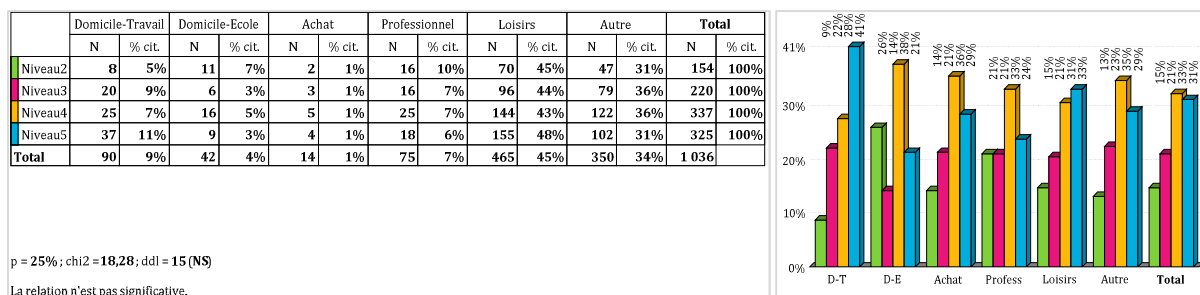


Tableau 22, Répartition des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques du réseau selon les motifs de déplacement utilisés.

Le Khi-deux est de 18,28 pour 15 degrés de liberté. Non significatif.

Le déplacement pour un motif « promenade-loisirs » est le plus répandu sur l'ensemble des niveaux dans l'échantillon étudié (45 % de l'ensemble des citations dans les PV). Il est suivi par le motif « domicile-travail » pour 9 % puis le motif « professionnel » pour 7 % de l'ensemble de citations.

Il est notable que les motifs de déplacement « domicile-école » et « professionnel » sont plus forts pour les impliqués habitant au « niveau 2 » par rapport aux autres niveaux hiérarchiques, et la proportion de motifs « domicile-travail » est plus faible pour les impliqués habitant aux voies de « niveau 2 » et plus forte pour ceux habitant au « niveau 5 ».

8-2-2-3- Manœuvre individuelle des impliqués dans les accidents

	franchit un carrefour, allant tout droit			franchit un carrefour, TAD		franchit un carrefour, TAG		franchit un giratoire		circule en section courante (rectiligne ou en courbe)		change de file de circulation		dépassement		recule/demi-tour sur chaussée		manoeuvre liée au stationnement		piéton traversant hors passage		piéton traversant sur passage avec feu		piéton traversant sur passage sans feu		Total	
	N	% cit.		N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.
Niveau2	40	13%		6	21%	10	10%	2	18%	41	18%	2	10%	3	12%	5	29%	7	16%	12	14%	8	21%	4	9%	140	15%
Niveau3	68	22%		5	17%	18	18%	2	18%	50	23%	8	40%	3	12%	4	24%	11	25%	16	18%	8	21%	12	26%	205	21%
Niveau4	99	32%		12	41%	40	40%	4	36%	67	30%	5	25%	6	23%	2	12%	17	39%	29	33%	10	26%	14	30%	305	32%
Niveau5	107	34%		6	21%	32	32%	3	27%	64	29%	5	25%	14	54%	6	35%	9	20%	30	34%	12	32%	16	35%	304	32%
Total	314	100%		29	100%	100	100%	11	100%	222	100%	20	100%	26	100%	17	100%	44	100%	87	100%	38	100%	46	100%	954	

p = 46% ; chi2 = 33,09 ; ddl = 33 (NS)

La relation n'est pas significative.

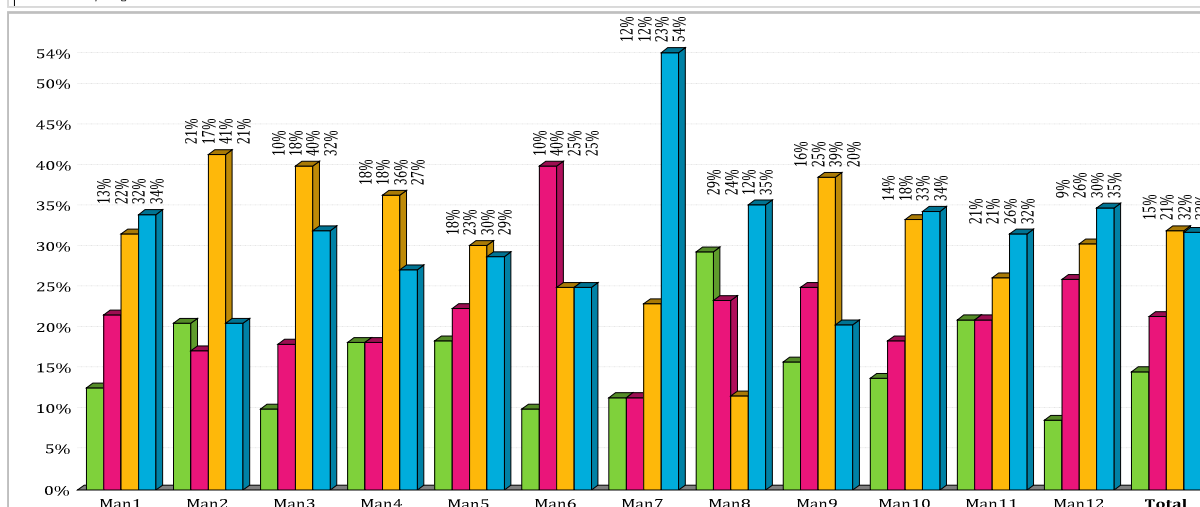


Tableau 23, Manœuvre individuelle des impliqués dans les accidents, rapportée au niveau hiérarchique de leur habitation.

Le Khi-deux est de 33,02 (33 degrés de liberté) n'est pas significatif. Il faut toutefois noter le pourcentage plus élevé des manœuvres individuelles en section courante pour les impliqués habitant au « niveau 2 » par rapport à ceux habitant aux autres niveaux hiérarchiques qui sont plus accidentés avec des manœuvres individuelles en intersection. Cela semble logique avec les vitesses plus élevées sur ce « niveau 2 » de la hiérarchisation du réseau.

8-2-2-4- Analyse de la localisation des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents

8-2-2-4-1- Analyse de la relation entre le niveau hiérarchique du lieu d'habitat et celui du lieu d'accident

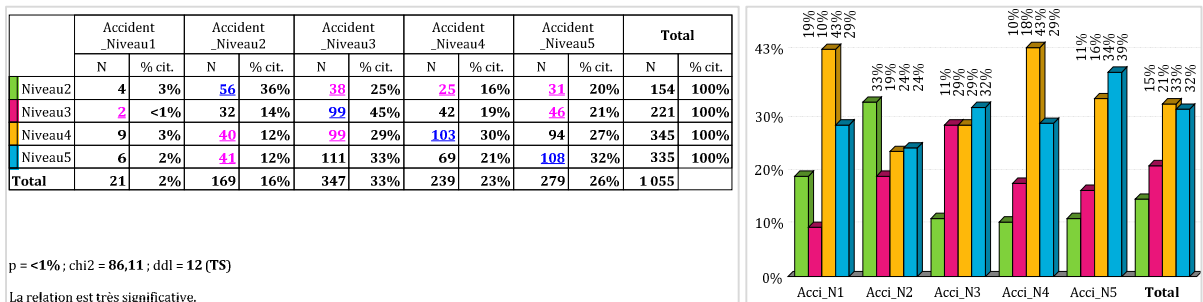


Tableau 24, Répartition des accidents des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques différents selon le niveau hiérarchique de leurs accidents.

Le Khi-deux est de 86,11 (12 degrés de liberté). Significatif à moins de 1 %.

Le tableau ci-dessus montre une corrélation forte entre le niveau hiérarchique du lieu d'habitat et celui du lieu d'accident. C'est-à-dire que les habitants demeurant un niveau hiérarchique donné sont plus impliqués dans les accidents sur les voies de même niveau hiérarchique. Ceci peut expliquer probablement le pourcentage plus élevé des accidents survenus près de chez eux. Une analyse des distances entre les lieux d'habitat et les lieux d'accident peut aider à affiner cette relation (cf. 8-4-3).

8-2-2-4-2- En/hors intersection

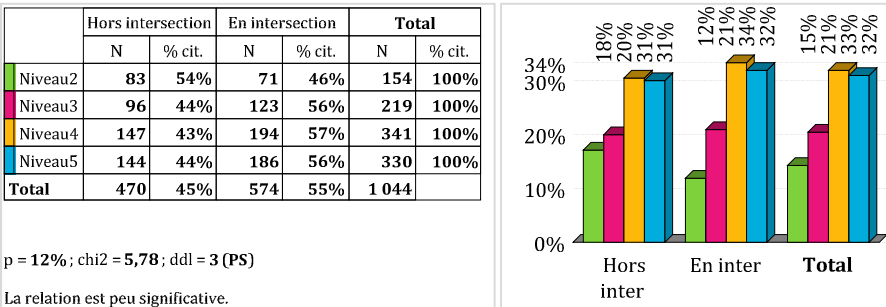


Tableau 25, Localisation des accidents des impliqués habitant aux différents niveaux de la hiérarchisation du réseau.

Le Khi-deux est de 5,78 (3 degrés de liberté). Significatif à 12 %.

Les habitants des voies de « niveau 2 » sont plus impliqués dans les accidents en dehors des intersections, alors que les habitants des autres niveaux hiérarchiques sont plus accidentés en intersections. Ceci explique la proportion importante des accidents avec choc arrière liés au contrôle de la vitesse pour les impliqués habitant au « niveau 2 » de la hiérarchisation.

8-2-2-6- Conséquences corporelles

8-2-2-6-1- Blessures et gravité

On se trouve aujourd'hui confronté à un manque d'exhaustivité des données sur la gravité des blessures des accidents. Les indicateurs les plus utilisés pour mesurer les conséquences des accidents corporels concernent principalement la mortalité et l'accident lui-même. Ils sont insuffisants pour estimer les conséquences sanitaires chez les blessés.

La base de données construite à partir des procès-verbaux transmis par les services de la police et de la gendarmerie nationale, apporte une connaissance sur ce qui est observé sur le lieu de l'accident. Le suivi de la prise en charge des blessés dans le système de soins ne fait pas l'objet d'un recueil de données pour connaître les suites chez les impliqués. Ainsi, la connaissance du devenir des victimes d'accidents de la route, de la gravité de leurs pathologies, à moyen et à long termes s'avère difficile.

Emmanuelle Amoros⁸ de L'INRETS a étudié, dans le cadre de sa recherche, les blessés dans les accidents de la route en France dans la période de 1996-2004 (estimation de leur nombre, gravité lésionnelle). Elle a montré dans son travail que si les données issues des forces de l'ordre sur le nombre de tués sont correctes, il n'en est pas de même pour le recensement des blessés en nombre et de l'estimation de la gravité. Les blessés sont classés en légers ou graves par les forces de l'ordre, et ce classement ne peut être qu'une approximation de la réalité lésionnelle. Cette situation générale est valable en France.

Dans notre travail, nous allons utiliser une classification des blessures qui a été réalisée par un médecin urgentiste. Cette classification est utilisée dans les travaux de Fleury (et autres) dans le cadre des projets de recherche « Espace des Risques Routiers ».

⁸ Estimation de la morbidité routière, France, 1996-2004. Emmanuelle Amoros, Jean-Louis Martin, Bernard Laumon 6 mai 2008, Unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance transport travail environnement (Inrets – Université Lyon 1 – InVS, UMR T 9405) ; Bron, France.

Encadré

Indemne

Mineure : Érosion. Abrasion. Choc émotionnel. Plaies superficielles non suturées. Douleur. Désinfection isolée (Bétadine). Absence de suivi ultérieur.

Modérée : Plaies suturées simples (< 10 points). Hématomes (épanchements sanguins). Une dent luxée ou cassée. Entorse simple distale (cheville, poignet) sans prescription d'orthèse. Fracture phalange des doigts de la main sauf le pouce. Traumatisme crânien simple sans perte de connaissance. Très souvent pas d'arrêt de travail. Souvent consultation médicale ultérieure.

Sérieuse : Hospitalisation (admission) sans caractère de gravité. Entorse simple du rachis cervical, du genou, du coude. Entorse de cheville ou poignet avec prescription d'orthèse. Plusieurs plaies importantes. Fracture de nez sans déplacement. Fracture ou luxations de plusieurs dents. Fracture du pouce. Souvent court arrêt de travail.

Sévère : Hospitalisation de 24 heures pour surveillance. Traumatisme crânien avec perte de connaissance. Entorse cervicale avec prescription de collier cervical. Entorse genou (ou coude) avec prescription d'orthèse (ou réalisation d'un plâtre) et de cannes anglaises (béquilles). Fracture fermée d'un membre. Fracture d'une ou deux côtes. Fracture du sternum. Luxation poignet ou cheville. Fracture de nez déplacé. Arrêt de travail de durée moyenne.

Très sévère : Fracture d'une vertèbre. Rupture de ligament. Fracture du crâne ou de la face. Blessure ou lésion interne. Fracture ouverte d'un membre. Luxation genou ou coude. Hospitalisation dans la majorité des cas. Plusieurs fractures de côtes.

	Indemne		Mineure		Modérée		Sérieuse		Sévère		Très sévère		Mortelle		Total	
	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.
Niveau2	80	52%	15	10%	22	14%	15	10%	18	12%	1	<1%	3	2%	154	100%
Niveau3	108	50%	27	12%	36	17%	11	5%	29	13%	6	3%	1	<1%	218	100%
Niveau4	163	48%	32	9%	61	18%	33	10%	32	9%	15	4%	1	<1%	337	100%
Niveau5	153	47%	44	13%	61	19%	17	5%	37	11%	12	4%	5	2%	329	100%
Total	504	49%	118	11%	180	17%	76	7%	116	11%	34	3%	10	<1%	1 038	

p = 16% ; chi2 = 23,92 ; ddl = 18 (NS)

La relation n'est pas significative.

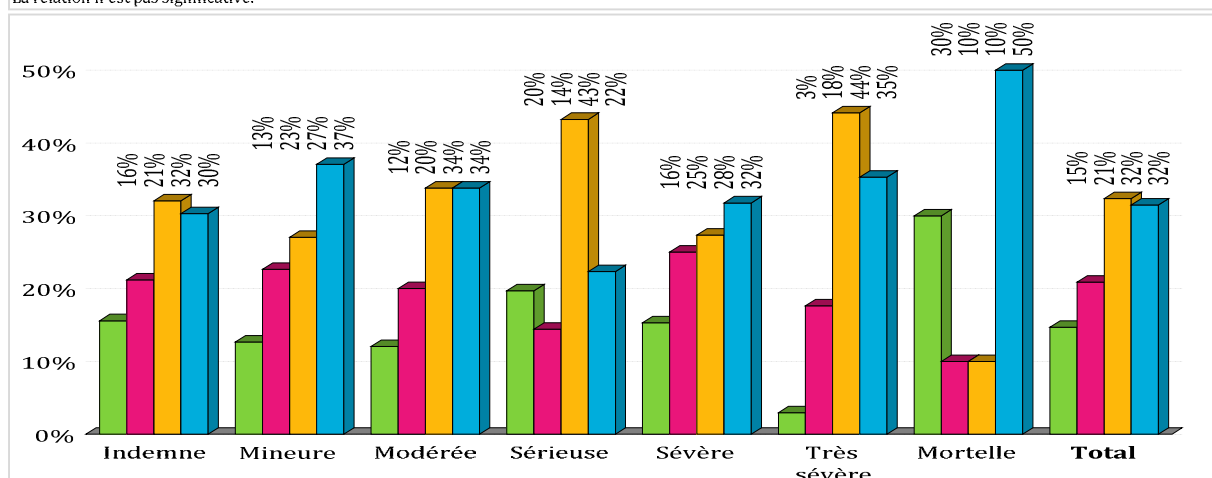


Tableau 26, Gravité des blessures des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

Le Khi-deux est de 23,92 (18 degrés de liberté). La relation n'est pas significative.

Le niveau de gravité le plus courant est indemne (plus de 49 % pour l'ensemble des impliqués habitant tous les niveaux hiérarchiques), suivi de modérée (17 %). Les conséquences plus graves (sérieuse, sévère, très sévère et mortelle) sont beaucoup plus élevées sur le « niveau 2 » que d'autres niveaux hiérarchiques. Ceci peut s'expliquer par les vitesses plus élevées sur les voies de ce niveau.

8-2-2-6-2- Territoires corporels

La détermination du territoire corporel affecté permet d'expliquer la situation du choc de l'accident.

	Tête		Face		Cou		Thorax		Abdomen		Colonne vertébrale		Membres supérieurs		Membres inférieurs		Indéterminé		Total	
	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.	N	% cit.
Niveau2	12	14%	6	7%	3	3%	5	6%	2	2%	13	15%	14	16%	25	29%	6	7%	86	100%
Niveau3	21	14%	15	10%	4	3%	6	4%	2	1%	7	5%	32	22%	53	36%	6	4%	146	100%
Niveau4	29	13%	21	9%	7	3%	11	5%	3	1%	16	7%	53	23%	78	35%	8	4%	226	100%
Niveau5	27	13%	10	5%	11	5%	12	6%	2	<1%	16	8%	28	14%	92	46%	3	1%	201	100%
Total	89	14%	52	8%	25	4%	34	5%	9	1%	52	8%	127	19%	248	38%	23	3%	659	

p = 11% ; chi2 = 32,67 ; ddl = 24 (PS)

La relation est peu significative.

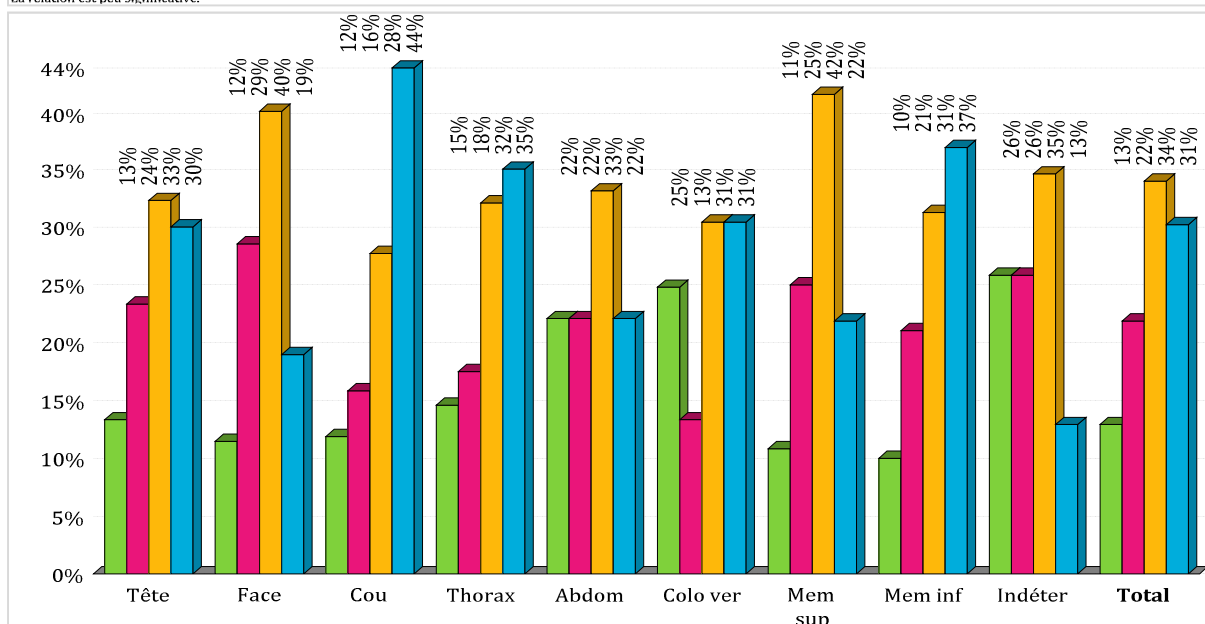


Tableau 27, Le territoire de dommage corporel pour les impliqués habitant sur les voies à différents niveaux de la hiérarchisation du réseau.

Le Khi-deux est de 32,67 (pour 24 degrés de libertés). La différence est significative à un seuil de 11 %.

38 % des impliqués de l'échantillon étudié ont été touchés aux membres inférieurs. Et le pourcentage est plus élevé pour les impliqués habitant au « niveau 5 » que ceux habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

Viennent ensuite les lésions des membres supérieurs qui affectent 19 % de l'ensemble des impliqués dans un accident corporel. La proportion est plus élevée pour les impliqués habitant aux « niveaux 3 et 4 » que pour ceux habitant aux « niveaux 2 et 5 ». La tête est touchée dans 14 % des cas.

Il semble aussi que les impliqués habitant au « niveau 2 » soient relativement plus sujets à des problèmes de colonne vertébrale avec séquelles que ceux habitant aux autres niveaux hiérarchiques. Ceci peut être consécutif à une plus grande proportion de chocs arrière.

8-3-3- Analyse des scénarios-types d'accidents

Pour analyser la relation entre les scénarios-types d'accidents et les niveaux hiérarchiques en tant que lieux d'habitation des impliqués, nous nous appuyons sur les définitions des scénarios-types d'accidents issues des travaux réalisés par Thierry Brenac et *al.* (2003) et Nicolas Clabaux et Thierry Brenac (2008) sur une base d'accidents représentatifs de l'insécurité routière de la France entière. Dans ces définitions, 20 scénarios-types d'accidents piétons ont été construits, ainsi que 40 scénarios concernant des accidents se produisant en milieu urbain n'impliquant pas de piéton. Ils sont décrits en détail dans l'annexe VI. Pour chaque PV pertinent (contient au moins un impliqué habitant l'une des voies sélectionnées) nous avons codé le scénario le plus adapté, si cela était possible.

Pour faciliter l'analyse, nous avons utilisé le regroupement des scénarios-types d'accidents piétons en quatre groupes :

- P1 : concerne des piétons traversant avec des problèmes de visibilité ou les conditions de visibilité sont défavorables ;
- P2 : concerne des piétons traversant avec des problèmes de prise d'informations ou de captation de l'attention ;
- P3 : concerne des piétons qui sont statiques sur la chaussée ou se déplaçant ou des piétons sortant d'un véhicule ;
- P4 : concerne des piétons avec une absence d'interférence *a priori* entre piéton et véhicule.

De même les scénarios-types d'accidents en milieu urbain qui n'impliquent pas de piéton seront regroupés en sept groupes :

- U1 : concerne des accidents se produisant en intersection ou liés à des manœuvres de stationnement avec des phénomènes de masque de visibilité hors situation de remontée de file et de dépassement ;

- U2 : scénario-type d'accidents urbains avec des problèmes de prise d'informations ou de non perception comme la perte de priorité ;
- U3 : scénario-type d'accidents urbains qui se rapportent aux phénomènes de dépassement ou de remontée de file de véhicules ;
- U4 : concerne des accidents se produisant en intersections équipées de feux tricolores, l'un des impliqués franchissant le feu rouge ;
- U5 : scénario-type d'accidents qui se produisent majoritairement entre deux véhicules circulant dans le même sens dans la même file, lié au contrôle de la vitesse par rapport au véhicule circulant en aval ;
- U6 : scénario-type d'accidents généralement liés à une perte de contrôle ;
- U7 : autres scénarios-types d'accidents dans le milieu urbain comme le scénario concerné de véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues, manœuvre marche arrière et non perception d'un vélo...

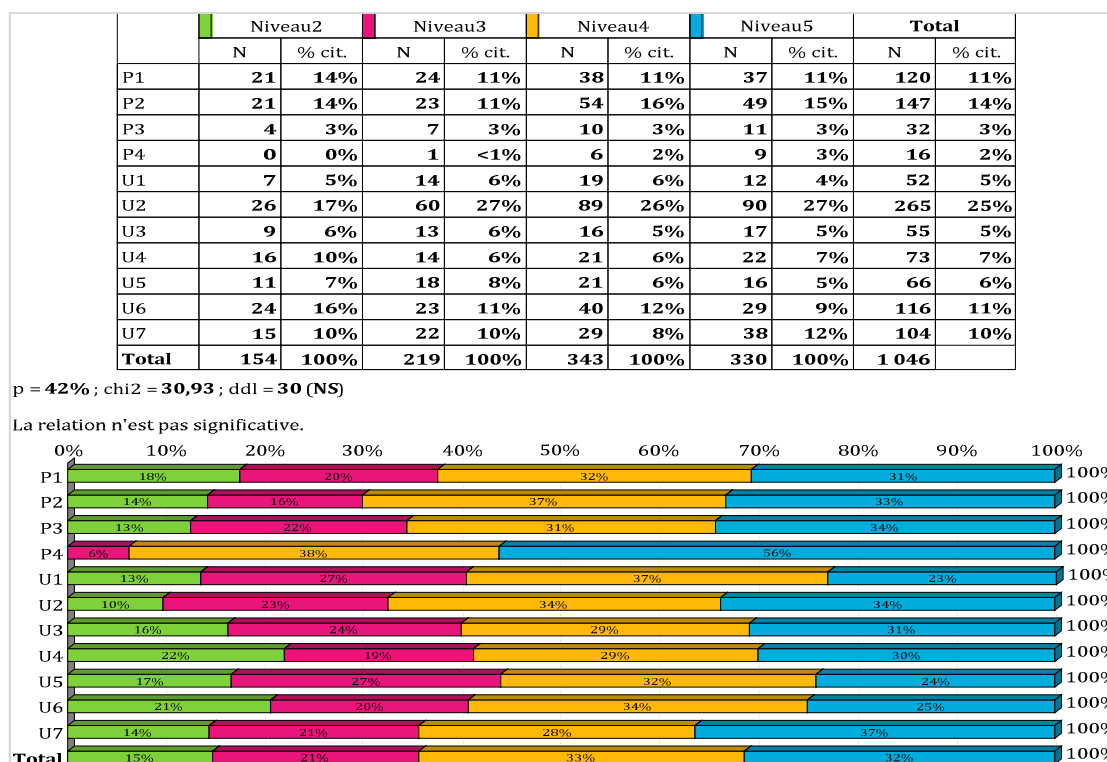


Tableau 28, Répartition des scénarios types d'accidents corporels des impliqués demeurant sur les voies urbaines différentes.

Le Khi-deux est de 30,93 (30 degrés de libertés). La dépendance n'est pas significative.

Cependant, il semble que les habitants demeurant au « niveau 3 » soient moins impliqués dans les accidents impliquant un piéton (25 %) que ceux demeurant aux autres niveaux hiérarchiques (niveaux 2, 4 et 5) respectivement 31 %, 32 % et 32 %.

Dans l'échantillon étudié, il semble que les habitants des voies structurantes du réseau « niveau 2 » soient plus impliqués dans les accidents selon le scénario-type d'accidents P1

(piétons qui traversent avec des problèmes de visibilité) en comparaison avec ceux qui habitent sur les autres voies urbaines. Les populations habitant aux « niveaux 4 et 5 » sont plus accidentées selon le scénario-type P2 (traversant avec des problèmes de prise d'informations) que celles habitant aux « niveaux 2 et 3 ».

De même, nous pouvons remarquer que les populations de « niveau 2 » sont plus impliquées dans les accidents, selon les scénarios-types U4 (accidents se produisant en intersections équipées de feux tricolores) et U6 (d'accidents généralement liés à une perte de contrôle), en comparaison avec celles habitant aux autres niveaux hiérarchiques. Ainsi, la proportion des scénarios-types U2 (accidents urbains avec des problèmes de prise d'informations ou de non perception comme la perte de priorité) est plus faible pour les impliqués habitant au « niveau 2 » par rapport à ceux qui demeurent sur des voies des autres niveaux de la hiérarchisation.

En résumé

L'échantillon étudié est constitué de 1 055 impliqués dans 950 accidents repartis en 154 impliqués habitant des voies du « niveau 2 », 221 impliqués habitant au « niveau 3 », 345 impliqués habitant au « niveau 4 », et 335 impliqués résidant au « niveau 5 ». Des différences s'établissent entre le risque d'être impliqués dans les accidents pour les populations habitant aux niveaux hiérarchiques sur certains critères, tandis que pour d'autres, les pourcentages des impliqués sont relativement semblables.

En ce qui concerne les caractéristiques des impliqués

Selon le **type d'impliqué**, il est notable que les usagers les plus courants sont les conducteurs (72 % de l'ensemble des impliqués sur tous les niveaux hiérarchiques). Il est aussi important de noter que le pourcentage des impliqués **piétons** habitant au « niveau 5 » est plus élevé que celui habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

Les **classes d'âge** les plus impliquées dans les accidents sont 15-29 et 30-44 ans (respectivement 39 % et 27 %). Il est aussi notable qu'il y a davantage d'impliqués dans les accidents pour les jeunes de moins de 29 ans qui habitent aux « niveaux 4 et 5 » qu'aux « niveaux 2 et 3 ». En revanche, il y a une différence chez les impliqués de 30 à 59 avec un risque plus élevé pour ceux qui habitent aux « niveaux 2 et 3 » par rapport à ceux habitant aux « niveaux 4 et 5 ». De même, les individus âgés de plus de 60 ans sont impliqués davantage s'ils habitent au « niveau 2 ».

La dépendance des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques en fonction du **sexe** n'est pas significative. Cependant, il est à noter que le pourcentage des impliqués hommes est plus élevé que ceux des impliquées femmes pour tous les niveaux hiérarchiques.

La répartition des impliqués dans les accidents de la circulation habitant aux niveaux hiérarchiques selon leur **activité (actif occupé ou inactif)** montre une proportion plus faible des impliqués inactifs habitant au « niveau 3 » par rapport aux autres niveaux hiérarchiques.

L'analyse la relation entre la **profession et la catégorie socioprofessionnelle (PCS)** et le niveau hiérarchique en tant que lieu d'habitat de l'impliqué montre que les habitants de catégories supérieures ont plus de risque d'être impliqués dans un accident lorsqu'ils habitent au « niveau 4 ». Ainsi le pourcentage d'implication des professions intermédiaires est plus élevé sur le « niveau 5 » par rapport aux autres niveaux hiérarchiques. La proportion des impliqués employés habitant au « niveau 2 » est plus élevée que celle habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

Nous relevons après avoir ramené chaque catégorie de **sans-emploi/retraités/étudiants** au pourcentage qu'elle occupe dans la population que les étudiants ont plus de risques s'ils habitent aux « niveaux 2 et 3 ». Ainsi le taux de risque des retraités est plus élevé s'ils habitent au « niveau 2 ». Les chômeurs ont davantage de risques s'ils habitent aux « niveaux 4 et 5 ».

En ce qui concerne les données de la mobilité des impliqués et le déroulement de l'accident

Pour le **mode de déplacement** utilisé lors de l'accident, nous avons pu noter que le pourcentage de véhicules légers est de plus de 50 % sur tous les niveaux des voies urbaines. Nous avons vu qu'il existe des différences de répartition entre les impliqués habitant sur les voies classées en différents niveaux selon le mode de déplacement lors de l'accident. Nous avons pu distinguer une proportion beaucoup plus élevée de vélos et de piétons sur les voies de desserte locale que sur les voies de deuxième et troisième niveaux. Le pourcentage est plus élevé pour les habitants sur les voies de distribution (3^e niveau) impliqués dans les accidents en tant qu'utilisateurs de deux-roues à moteur que ceux qui habitent sur les voies classées selon les autres niveaux hiérarchiques. Il y a aussi une corrélation très importante entre les impliqués en tant que conducteur de poids lourds et les voies structurantes du réseau (2^e niveau).

Il n'y a pas de différence de **motif de déplacement** des impliqués lors des accidents. Cependant, il est notable que le pourcentage plus élevé de motif « loisirs » est de 45 % des individus codés. Pour la totalité des cas codés, les habitants résidant sur les voies de cinquième niveau sont plus impliqués dans des accidents quand ils se déplacent pour se promener que ceux habitant sur les

voies des autres niveaux. Ainsi, nous pouvons noter une proportion plus élevée pour les impliqués habitant sur les voies classées en deuxième niveau qui se déplacent pour un motif professionnel ou pour un trajet domicile-école lors des accidents.

De même, il n'y a pas de différence significative quant à la **localisation des accidents** que ce soit en intersection ou non. Mais, il semble important de noter le pourcentage plus élevé des accidents hors intersection pour les impliqués habitant sur les voies classées en deuxième niveau, alors qu'il est plus élevé en intersection pour ceux qui habitent sur les voies classées en autres niveaux de la hiérarchisation.

L'analyse des manœuvres individuelles des impliqués lors des accidents qui ont été codés à partir de la lecture du PV met en évidence certains critères qui nous permettent d'analyser *la différence de la localisation des accidents*. En ce qui concerne les différentes manœuvres des impliqués, même si le tableau était non significatif, nous pouvons remarquer que la proportion de manœuvres « franchit un carrefour allant tout droit ou pour tourner à gauche » qui correspond à l'infraction « non-respect de la priorité », est plus élevée pour les impliqués habitant sur les voies de desserte locale. Alors que le taux de manœuvre individuelle « en section courante rectiligne ou en courbe » qui correspondent à l'infraction de « vitesse excessive » ou « défaut de maîtrise » est plus élevé pour les impliqués habitant sur les voies de deuxième et troisième niveaux que les voies de desserte locale. Les habitants sur les voies de desserte locales, sont plus impliqués avec une manœuvre « piéton traversant hors passage » que les autres niveaux. En revanche, les habitants sur les voies de deuxième niveau sont plus impliqués avec une manœuvre individuelle « piéton traversant sur passage avec feux ».

Nous avons noté que la **gravité des blessures** est similaire pour tous les impliqués habitant sur les voies classées en différents niveaux. Cependant, la détermination du territoire corporel affecté nous permet d'expliquer la situation du choc de l'accident. Nous avons noté un taux plus élevé de traumatismes de la colonne vertébrale pour les habitants résidant sur les voies de deuxième niveau (15 % contre 5 %, 7 % et 8 %) qui peut être consécutif à une plus grande proportion des accidents en section courante et de chocs à l'arrière.

En ce qui concerne les données sur les **scénarios-types** d'accident nous avons pu retenir certains éléments :

Nous avons pu constater que les scénarios les plus répandus sont : « U2, scénarios-types d'accidents urbains avec des problèmes de prise d'informations ou de non perception comme la perte de priorité », 25 % ; « P2, scénarios-types d'accidents qui concernent des piétons traversant avec des problèmes de prise d'informations ou de captation de l'attention », 14 % ;

« P1, scénarios-types d'accidents qui concernent des piétons traversant avec des problèmes de visibilité ou des conditions de visibilité défavorables », 11 % et « U6, scénarios-types d'accidents généralement liés à une perte de contrôle », 11 %.

Nous avons constaté aussi qu'il existe une différence de scénarios-types d'accidents selon que l'impliqué vit sur les voies résidentielles ou sur les voies structurantes ou de distribution. En effet, les impliqués vivant sur les voies structurantes du réseau et de distribution ont plus d'avantage d'accidents liés à des intersections avec des problèmes de visibilité, feux tricolores, au choc arrière et des accidents avec des pertes de contrôle du véhicule. En revanche, les impliqués habitant sur les voies résidentielles (4^e et 5^e niveaux) ont souvent des accidents dus à une mauvaise perception de trafic et de prise d'informations et au non-respect de la priorité en intersection.

8-3- Quelle est l'influence de la hiérarchisation du réseau sur la typologie des variables des impliqués dans les accidents ?

Les données traitées sont les différentes variables des impliqués codées. Ainsi, les profils des impliqués habitant sur les niveaux hiérarchiques différents ont été construits en fonction de quarante-sept modalités des variables liées aux caractéristiques socio-économiques des impliqués, leur mobilité et aux caractéristiques de leurs accidents :

- Mode de déplacement utilisé par l'impliqué (cinq modalités) ;
- Motif de déplacement de l'impliqué (cinq modalités) ;
- Classe de distance lieu d'habitat/lieu d'accident (quatre modalités) ;
- Niveau de la voie d'accident (cinq modalités) ;
- Scénario-type des accidents (onze modalités) ;
- Niveau de gravité (deux modalités) ;
- Classe d'âge de l'impliqué (cinq modalités) ;
- Sexe de l'impliqué (deux modalités) ;
- Profession et catégorie socioprofessionnelle de l'impliqué (huit modalités).

L'analyse des plans factoriels, des cercles de corrélation des modalités des variables dans l'analyse en composantes principales a permis de déterminer les variables des impliqués les plus importantes qui participent à déterminer l'axe factoriel et les corrélations entre elles. L'analyse du dendrogramme permet de regrouper les variables des impliqués dans les classes qui sont autant de profils des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

8-3-1- Typologie des impliqués habitant des voies artérielles « niveau 2 »

Les modalités des variables différentes sont d'autant plus proches que leur distance est faible. Dans ce cas, ce sont les mêmes individus qui prennent simultanément ces modalités. L'interprétation des résultats se fera selon les trois catégories des variables des impliqués – les paramètres des impliqués (type, sexe, âge, PCS...) ; ceux de leur accident (niveau hiérarchique de la voie d'accident, gravité, scénario-type) et ceux de la mobilité lors de l'accident (mode, motif, distance lieu de résidence/lieu d'accident).

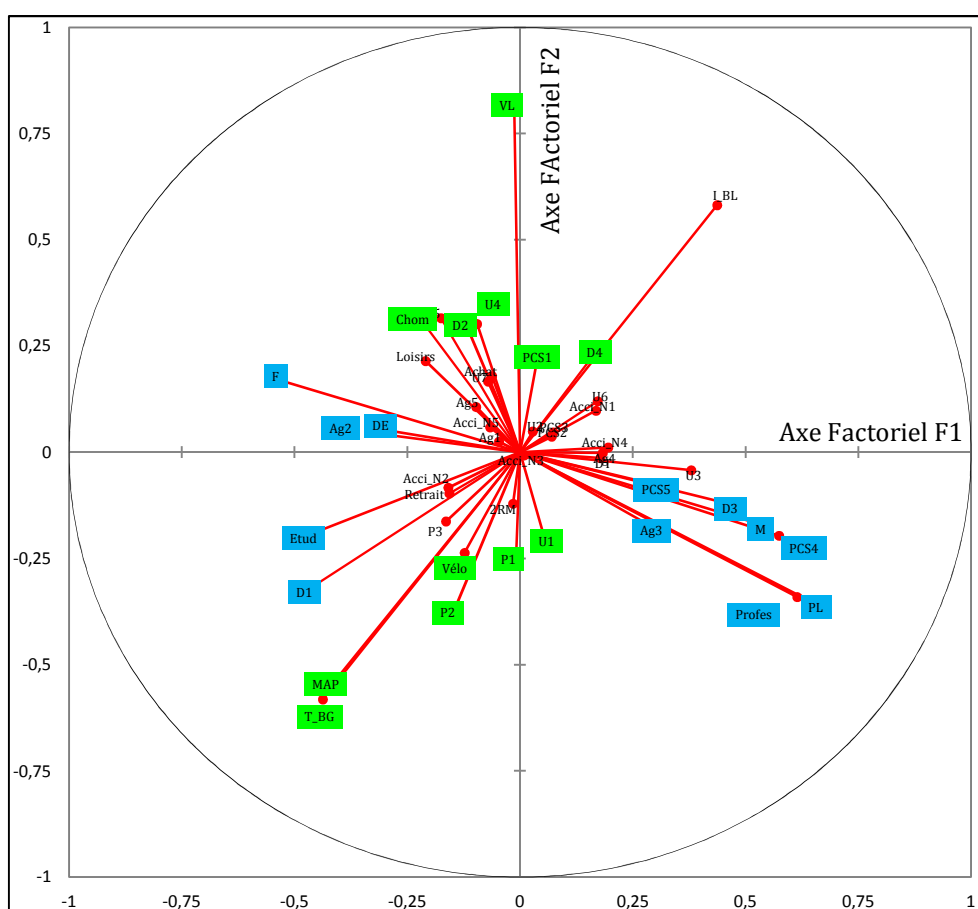


Figure 60, Cercle de corrélation selon les axes factoriels F1 et F2 des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 2 ».

Premier axe factoriel F1 : Cet axe factoriel détermine les impliqués hommes, employés, âgés de 30 à 45 ans. Ils se déplacent en tant que conducteurs de poids lourds pour un motif « professionnel ». Ils sont accidentés à une distance de 3 à 10 km de leur lieu d'habitation. Ils sont impliqués dans les accidents selon le scénario-type U3 (phénomène de dépassement ou de remontée de file de véhicules).

Ces variables sont corrélées négativement selon cet axe factoriel avec les impliquées femmes, âgées de 15 à 29 ans qui se déplacent pour un motif « domicile-école » et sont accidentées à une distance de moins de 1 km de chez elles.

Le second axe factoriel F2 différencie principalement les impliqués chômeurs se déplaçant en tant que conducteur de véhicule léger. Ils sont accidentés à une distance de 1 à 3 km de chez eux selon le scénario-type d'accident U4 (intersection équipée de feux tricolores).

Ces variables sont corrélées négativement sur cet axe avec les impliqués piétons et cyclistes qui sont accidentés selon les scénarios-types d'accidents P2 (piéton traversant avec des problèmes de visibilité et de prise d'informations) et U1 (intersection avec des problèmes de visibilité).

La méthode de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) fait ressortir cinq grandes classes qui sont :

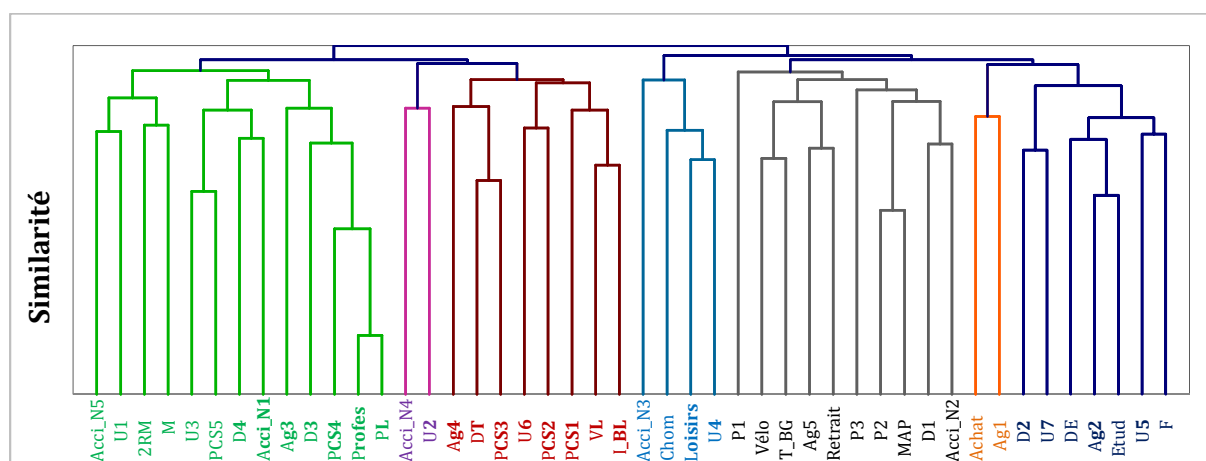


Figure 61, Dendrogramme de CAH des impliqués habitant au « niveau 2 » selon leurs caractéristiques socio-économiques, leur mobilité et leurs profils accidentogènes.

Sept classes de variables sont reconnues :

- **La classe 1** : regroupe des impliqués hommes, conducteur de deux-roues à moteur qui sont accidentés sur les voies de « niveau 5 » selon le scénario-type d'accidents U1 « accidents se produisant en intersection ou liés à des manœuvres de stationnement avec des problèmes de visibilité » ;
Cette classe comprend aussi des impliqués ouvriers qui sont accidentés sur les voies de type autoroutier « niveau 1 », à une distance assez lointaine de leur lieu d'habitation de plus de 10 km selon le scénario-type d'accidents U3 (dépassement ou remontée de file de véhicules).
- **La classe 2** : comprend des impliqués qui sont accidentés sur les voies de desserte locale primaire « niveau 4 » selon le scénario-type U2 (en intersection avec des problèmes de prise d'informations) ;

- **La classe 3** : regroupe des impliqués qui sont des conducteurs de véhicules légers ayant une profession et une catégorie socioprofessionnelle PCS1 et PCS2 (artisans, commerçants, chefs d'entreprise, et cadres professions intellectuelles). Ils sont accidentés selon le scénario type U6 (perte de contrôle) avec des conséquences indemnes ou blessés légers de leurs accidents. Cette classe regroupe aussi les impliqués âgés de 30 à 45 ans, ayant une profession intermédiaire PCS3 (cadre de la fonction publique ou administrative). Ils se déplacent pour un motif « domicile-travail » ;
- **La classe 4** : détermine des impliqués chômeurs se déplaçant pour un motif loisirs. Ils sont accidentés sur les voies de distribution « niveau 3 » selon le scénario-type d'accidents U4 (en intersections équipées de feux tricolores) ;
- **La classe 5** : définit des impliqués piétons qui sont accidentés sur les voies du « niveau 2 » (même niveau que leur habitation), à une distance réseau de moins de 1 km de chez eux, selon le scénario-type d'accidents P2 (piétons traversant avec des problèmes de prise d'informations).
Cette classe regroupe aussi les impliqués retraités âgés plus de 60 ans qui se déplacent à vélo. Ils sont accidentés avec des conséquences très graves ;
- **La classe 6** : des impliqués âgés moins de 14 ans qui se déplacent pour un motif « achat ».
- Enfin, **la classe 7** : rassemble des impliqués qui sont des étudiants, âgés de 15 à 29 ans. Ils sont accidentés à une distance de 1 à 3 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents U5 (accidents liés aux problèmes de contrôle de la vitesse).

8-3-2- Typologie des impliqués habitant des voies de distribution « niveau 3 »

L'axe factoriel F1 est déterminé par des impliqués piétons qui sont majoritairement des étudiants. Ils sont accidentés sur les voies de distribution « niveau 3 » (même niveau que leur habitation), à une distance de moins de 1 km de chez eux selon les scénarios-types d'accidents P1 (piéton traversant avec des problèmes de visibilité) et P2 (piéton traversant avec des problèmes de prise d'informations).

Ces impliqués sont corrélés négativement sur cet axe factoriel avec ceux qui sont accidentés sur les voies structurantes du réseau « niveau 2 » à une distance de 3 à 10 km de leur lieu d'habitation.

L'axe factoriel F2 se caractérise par des impliqués qui sont des conducteurs de deux-roues à moteur, se déplaçant pour un motif « loisirs ». Ils sont accidentés sur les voies de desserte locale primaire « niveau 4 » à une distance de 1 à 3 km de leur lieu de résidence.

Ces impliqués sont corrélés négativement avec les impliqués qui sont des conducteurs de poids lourds, se déplaçant pour des motifs « professionnels ». Ils sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U2 « intersection avec des problèmes de prise d'informations ».

La classification ascendante hiérarchique permet de grouper les variables « impliqués » en six classes (cf. annexe VII) :

- **La classe 1** regroupe les impliqués étudiants qui se déplacent en tant que piétons, pour des motifs « domicile-école » ou « achat ». Ils sont accidentés selon le scénario-type P2 « piéton traversant avec des problèmes de prise d'informations ».
Cette classe comprend aussi les impliqués âgés de plus de 60 ans qui sont accidentés selon le scénario-type P1 « piéton traversant avec des problèmes de visibilité ».
Les deux types d'impliqués sont accidentés sur les voies de « niveau 3 » (même niveau que les voies d'habitation) près de chez eux à une distance de moins de 1 km ;
- **La classe 2** comprend les impliqués hommes. Ils sont des chômeurs se déplaçant en tant que cyclistes ou des conducteurs de deux-roues à moteur. Ils sont accidentés sur les voies de « niveau 4 », à une distance de 1 à 3 km de chez eux, selon les scénarios-types d'accidents U3 (dépassement ou remontée de file de véhicules) ou U7 (autre scénario-type d'accidents) avec une conséquence très grave de leurs accidents ;
- **La classe 3** indique les impliqués âgés de 15 à 29 ans, accidentés sur les voies de « niveau 5 » selon le scénario-type P3 « piétons présents sur la chaussée ».
Cette classe regroupe aussi les impliqués « employés, se déplaçant en poids lourds, pour un motif professionnel », accidentés selon le scénario-type U2 « intersection problème de prise d'informations » ;
- **À la classe 4** sont associés des impliqués ayant une profession PCS2 (cadres professions intellectuelles) se déplaçant pour un motif « domicile-travail ». Ils sont accidentés sur les voies de type autoroutier « niveau 1 », à une distance de plus de 10 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents U6 (perte de contrôle de véhicule) ;
- **La classe 5** regroupe les impliqués âgés de 30 à 45 ans, ayant une profession intermédiaire dans le cadre administratif ou de la fonction publique. Ils sont accidentés sur les voies structurantes du réseau « niveau 2 » selon le scénario-type d'accidents U4 (intersection équipée de feux tricolores) ;
- **La classe 6** : des impliqués retraités. Ils se déplacent en véhicule léger. Ils sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U5 (problème de contrôle de vitesse par rapport au véhicule en aval) avec des conséquences peu graves des accidents.

Cette classe regroupe aussi des impliqués ouvriers qui sont accidentés à une distance de 3 à 10 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents U1 (intersection avec des problèmes de visibilité).

8-3-3- Typologie des impliqués habitant des voies de desserte locale primaire « niveau 4 »

Le premier axe factoriel F1 est déterminé par des impliqués qui sont des conducteurs des véhicules légers. Ils sont accidentés sur les voies de distributions « niveau 3 » à une distance de 3 à 10 km de leur lieu de résidence, selon le scénario-type d'accidents U6 (perte de contrôle).

Ces impliqués sont corrélés négativement selon cet axe factoriel avec ceux qui sont des étudiants se déplaçant en tant que piétons pour un motif « domicile-école ». Ils sont accidentés sur les voies de desserte locale primaire « niveau 4 » (même niveau que leur lieu d'habitation) à une distance moins de 1 km de chez eux, selon les scénarios-types d'accidents P1 (piéton traversant avec des problèmes de visibilité) ou P2 (piéton traversant avec des problèmes de prise d'informations).

Le second axe factoriel F2 se caractérise par des impliqués chômeurs se déplaçant en tant que cyclistes ou conducteurs de deux-roues à moteur. Ils sont accidentés selon le scénario-type U7 (autre urbain).

Ces impliqués sont corrélés négativement selon cet axe factoriel avec des impliqués ayant une profession PCS4 (employés). Ils se déplacent en tant que conducteur de « poids lourds » pour un motif « professionnel » à une distance plus de 10 km de leur lieu d'habitation. Ils sont accidentés sur les voies de type autoroutier « niveau 1 ».

La classification ascendante hiérarchique (CAH), permet de regrouper les variables des impliqués habitant sur les voies de desserte locale primaire « niveau 4 » en huit classes (cf. annexe VII) :

- **La classe 1** : des impliqués employés qui se déplacent pour un motif « domicile-travail ». Ils sont accidentés sur les voies du « niveau 2 » à une distance de 3 à 10 km de chez eux, selon le scénario-type d'accidents U5 (problème de contrôle de la vitesse par rapport au véhicule en aval) ;
- **La classe 2** : des impliqués âgés de 30 à 45 ans, ayant une catégorie professionnelle supérieure PCS1 (commerçant ou chef d'entreprise). Ils sont accidentés sur les voies de type autoroutier « niveau 1 » selon le scénario-type d'accidents U6 (perte de contrôle).

Cette classe regroupe aussi les impliqués masculins qui sont des ouvriers, se déplaçant en tant que conducteurs de poids lourds pour un motif « professionnel ». Ils sont accidentés à une distance plus de 10 km de chez eux ;

- **La classe 3 :** des impliqués âgés de 15 à 30 ans ayant une PCS2 (cadres professions intellectuelles) qui sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U4 (feux tricolores) ;
- **La classe 4 :** des impliqués ayant une profession intermédiaire dans le cadre administratif ou de la fonction publique (PCS3) se déplaçant en tant que conducteurs de véhicule léger. Ils sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U2 (intersection avec des problèmes de prise d'informations) et la conséquence de leurs accidents est peu grave.

Cette classe regroupe aussi, des impliqués qui sont accidentés sur les voies de distribution « niveau 3 » à une distance de 1 à 3 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents U3 (dépassement) ;

- **La classe 5 :** des impliqués piétons qui sont des étudiants se déplaçant pour un motif « domicile-école ». Ils sont accidentés sur les voies de desserte locale primaire « niveau 4 » près de chez eux à une distance de moins de 1 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents P1 (piéton traversant avec des problèmes de visibilité).

Cette classe comprend aussi les impliqués qui sont des retraités accidentés selon le scénario-type d'accidents P2 (piéton traversant avec des problèmes de prise d'informations) ;

- **La classe 6 :** des impliqués chômeurs qui se déplacent en tant que cyclistes ou conducteurs de deux-roues à moteur pour un motif « loisirs ». Ils sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U7 (autre urbain) avec des conséquences très graves de leurs accidents.

Cette classe regroupe aussi les impliqués âgés plus de 60 ans qui se déplacent pour un motif « achat » ;

- **La classe 7 :** des impliqués âgés de 45 à 60 ans qui sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U1 (intersection avec des problèmes de visibilité) ;
- **La classe 8 :** des impliqués qui sont accidents sur les voies de circulation apaisée « niveau 5 » selon le scénario-type d'accidents P3 (piétons présents sur la chaussée) et P4 (piétons avec une absence d'interférence *a priori* entre piéton et véhicule).

8-3-4- Typologie des impliqués habitant des voies de desserte locale « niveau 5 »

Le premier axe factoriel F1 se détermine par des impliqués qui sont des étudiants se déplaçant en tant que piétons pour un motif « domicile-école ». Ils sont accidentés sur les voies de circulation apaisée « niveau 5 », à une distance de moins de 1 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents P1 (piétons traversant avec des problèmes de visibilité).

Ces impliqués sont corrélés négativement sur cet axe avec ceux sont des conducteurs de véhicules légers qui sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U2 (accident en intersection avec des problèmes de prise d'informations).

Le second axe factoriel F2 se caractérise par des impliqués âgés de 30 à 45 ans. Ils se déplacent en poids lourds pour un motif « professionnel ». Ils sont accidentés sur les voies du « niveau 1 » à une distance de plus de 10 km de leur lieu d'habitation.

Ces impliqués sont corrélés négativement selon cet axe avec ceux qui sont des chômeurs, âgés de 15 à 30 ans. Ils se déplacent pour un motif « loisirs ». Ils sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U4 (intersection équipée feux tricolores).

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), permet de classer les variables des impliqués habitant sur les voies de circulation apaisée « niveau 5 » en sept classes (cf. annexe VII) :

- **La classe 1** : des impliqués qui sont des étudiants. Ils se déplacent en tant que piétons pour des motifs « domicile-école » ou « achat ». Ils sont accidentés sur les voies de circulation apaisée « niveau 5 », à une distance de moins de 1 km de leur lieu d'habitation, selon les scénarios-types d'accidents P1, P2 (piétons traversant - problèmes de visibilité, de prise d'informations ou de captation de l'attention) et P4 (piétons avec une absence d'interférence *a priori* entre piéton et véhicule) ;
- **La classe 2** : des impliqués qui sont des chômeurs. Ils se déplacent en tant que conducteurs de deux-roues à moteur pour un motif « loisirs ». Les conséquences de leurs accidents sont très graves ;
- **La classe 3** : des impliqués âgés de 45 à 60 ans ayant une profession PCS1 (commerçants ou chefs d'entreprise). Ils se déplacent en tant que conducteurs de véhicule léger. Ils sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U2 (en intersection avec des problèmes de prise d'informations) avec des conséquences peu graves de leurs accidents.
Cette classe regroupe aussi des impliqués retraités qui sont accidentés sur les voies de distribution « niveau 3 » selon le scénario-type d'accidents U3 (dépassement ou remontée de file de véhicules) ;
- **La classe 4** : des impliqués masculins qui sont des ouvriers. Ils se déplacent en poids lourds pour un motif « professionnel ». Cette classe comprend aussi des impliqués âgés plus de 60 ans qui sont accidentés selon le scénario-type d'accidents P3 (piétons présents sur la chaussée).
- **La classe 5** : des impliqués ayant une catégorie socioprofessionnelle PCS3 (cadres de la fonction publique ou administrative). Ils se déplacent pour un motif « domicile-travail ». Ils

sont accidentés sur les voies de type autoroutier « niveau 1 » à une distance de plus de 10 km de leur lieu d'habitation, selon le scénario-type d'accidents U6 (perte de contrôle) ;

- **La classe 6 :** des impliqués âgés de 15 à 29 ans, ayant une profession PCS2 (cadres professions intellectuelles). Ils sont accidentés sur les voies structurantes du réseau « niveau 2 », à une distance de 1 à 3 km de chez eux, selon le scénario-type d'accidents U4 (intersection équipée de feux tricolores) ;
- **La classe 7 :** des impliqués âgés de 30 à 45 qui sont accidentés selon le scénario-type d'accidents U7 (autre scénario-type d'accidents) ;
- **La classe 8 :** des impliqués femmes, qui se déplacent à vélo. Elles sont accidentées sur les voies de desserte locale primaire « niveau 4 », selon le scénario-type d'accidents U3 (dépassement ou remontée de file de véhicules).

8-4- Quelle est l'influence de la hiérarchisation du réseau sur les distributions géographiques des accidents ?

8-4-1- Structure spatiale générale de la dispersion des accidents – Ellipse de l'écart type (*Standard Deviation Ellipse SDE*)

Le géocodage des données des impliqués, habitant aux niveaux hiérarchiques différents, de l'échantillon étudié, montre que la localisation des accidents se concentre en grande majorité dans le territoire de la communauté urbaine de Lille, et plus particulièrement dans les communes comprenant les voies étudiées.

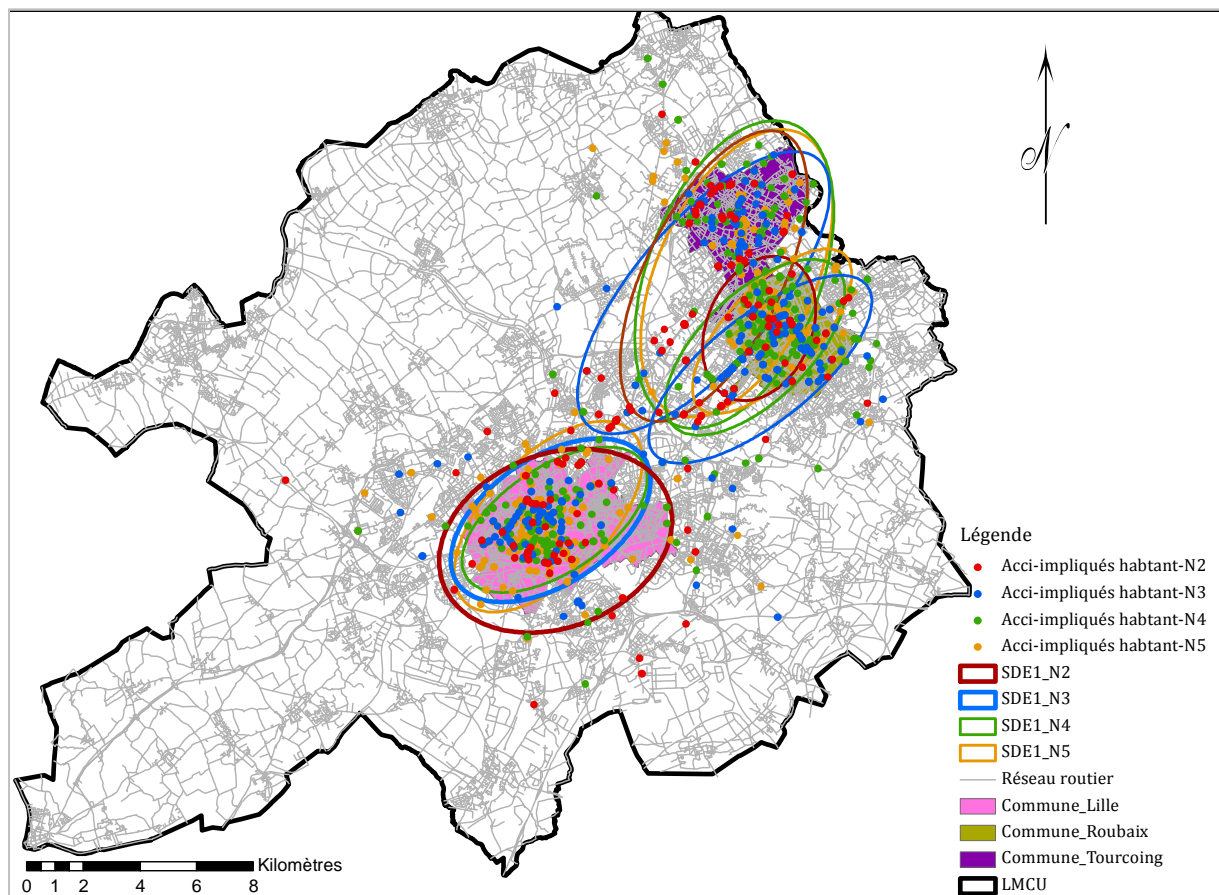


Figure 62, Tendance des accidents des impliqués habitant sur les différents niveaux de la hiérarchisation.

La méthode SDE issue de l'ArcGIS (cf. 6-3-2) permet d'étudier la dispersion et l'orientation des accidents dans l'espace. Les ellipses de l'écart type ont été construites sur la base des accidents codés des impliqués habitant les voies sélectionnées classées en niveaux hiérarchiques différents. La structure spatiale de la communauté concentrée sur le couple de Lille-Roubaix pose un problème de la distribution géographique de l'échantillon d'accidents. L'appréciation de l'orientation générale de ces structures au moyen des ellipses de l'écart type en serait affectée.

Les ellipses seront construites pour des accidents des impliqués de chaque niveau hiérarchique dans les trois terrains étudiés. Une tendance générale peut être observée de tous les niveaux étudiés dans l'orientation des nuages de points représentant les accidents. Toutes les ellipses semblent en effet révéler l'influence de Lille.

Les impliqués habitant au « niveau 3 » à Roubaix sont plus influencés par Lille par rapport à ceux habitant aux autres niveaux hiérarchiques qui sont relativement concentrés dans leur commune d'habitation.

La comparaison entre les surfaces des ellipses des points d'accidents des impliqués habitant aux différents niveaux hiérarchiques permet de donner une idée générale sur la dispersion des accidents. Une surface plus grande indique une forte dispersion du nuage de points d'accidents. Le graphique suivant montre les dispersions comparées des différents niveaux hiérarchiques de chacun des terrains d'étude.

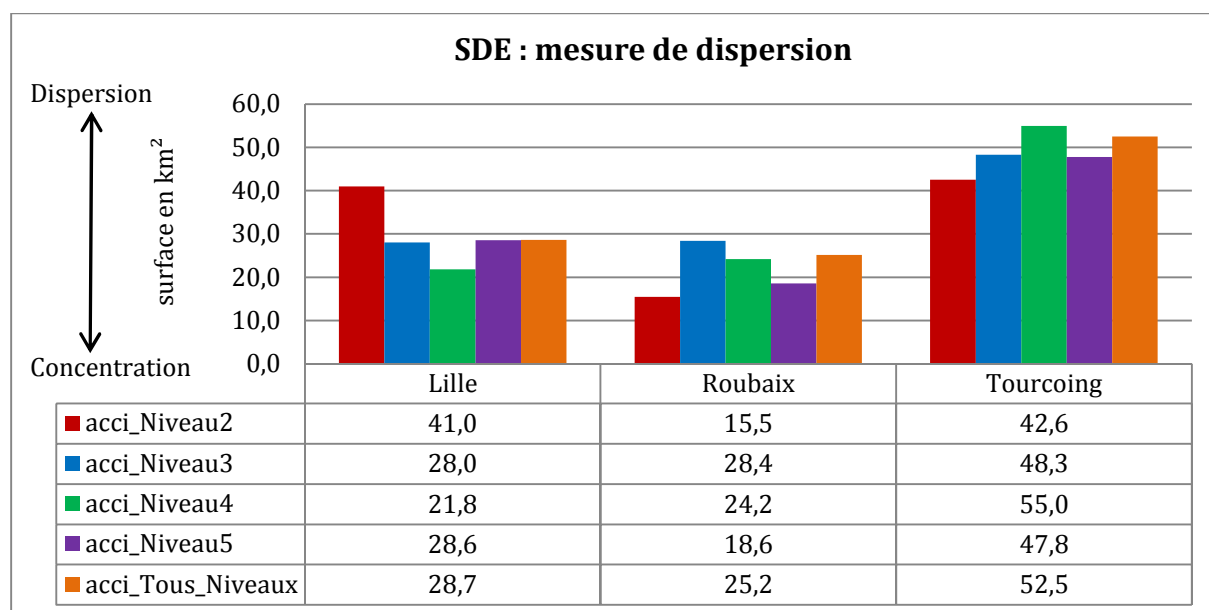


Tableau 29, Distribution géographique des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents dans les trois terrains étudiés.

Il est observé que les accidents des impliqués habitant au « niveau 2 » sont plus concentrés dans la commune de Roubaix que ceux dans les communes de Lille et Tourcoing. Cela peut être expliqué par le nombre des impliqués habitant à ce niveau dans la commune de Roubaix par rapport à celui des communes de Lille et Tourcoing (les voies classées en « niveau 2 » sont peu nombreuses dans la commune de Roubaix). Les surfaces de l'ellipse des accidents des impliqués habitant aux « niveaux 3, 4 et 5 » sont plus grandes pour la commune de Tourcoing que celles des impliqués habitant aux mêmes niveaux dans les communes de Lille et Roubaix. Autrement dit, les accidents des impliqués habitant aux « niveaux 3, 4 et 5 » dans les communes de Lille et

Roubaix sont plus concentrés autour de leur lieu d'habitation par rapport à ceux des impliqués habitant aux mêmes niveaux hiérarchiques dans la commune de Tourcoing. En moyenne, pour tous les niveaux hiérarchiques, la dispersion des points d'accidents est plus importante dans la commune de Tourcoing que dans les communes de Lille et Roubaix. Il est notable aussi, dans la commune de Lille, la différence assez importante entre la dispersion des accidents des impliqués habitant au « niveau 2 » et celle des impliqués habitant aux autres niveaux hiérarchiques. Ce qui explique à la fois le pourcentage plus élevé des impliqués conducteurs de poids lourds qui se déplacent pour un motif professionnel et qui sont accidentés loin de chez eux. Dans les communes de Roubaix et Tourcoing, les accidents des impliqués habitant au « niveau 2 » sont plus concentrés que ceux des impliqués habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

L'intensité de l'orientation de l'ellipse des accidents est déterminée en faisant le rapport entre l'axe le plus court de l'ellipse (axe-x) et l'axe le plus long (axe-y). Une valeur proche de 1 indique une faible orientation (la forme ressemble à un cercle) alors qu'une valeur proche de 0 explicite une forte orientation (la forme ressemble à une ellipse). Dans la commune de Lille, les mesures montrent une orientation plus forte des accidents des impliqués habitant au « niveau 4 » et plus faible des accidents des impliqués habitant au « niveau 2 ». Dans la commune de Roubaix, l'orientation est plus forte pour le « niveau 3 » et plus faible pour le « niveau 2 ». Dans la commune de Tourcoing, les accidents sont plus orientés pour le « niveau 3 » alors qu'ils sont moins orientés pour le « niveau 4 ».

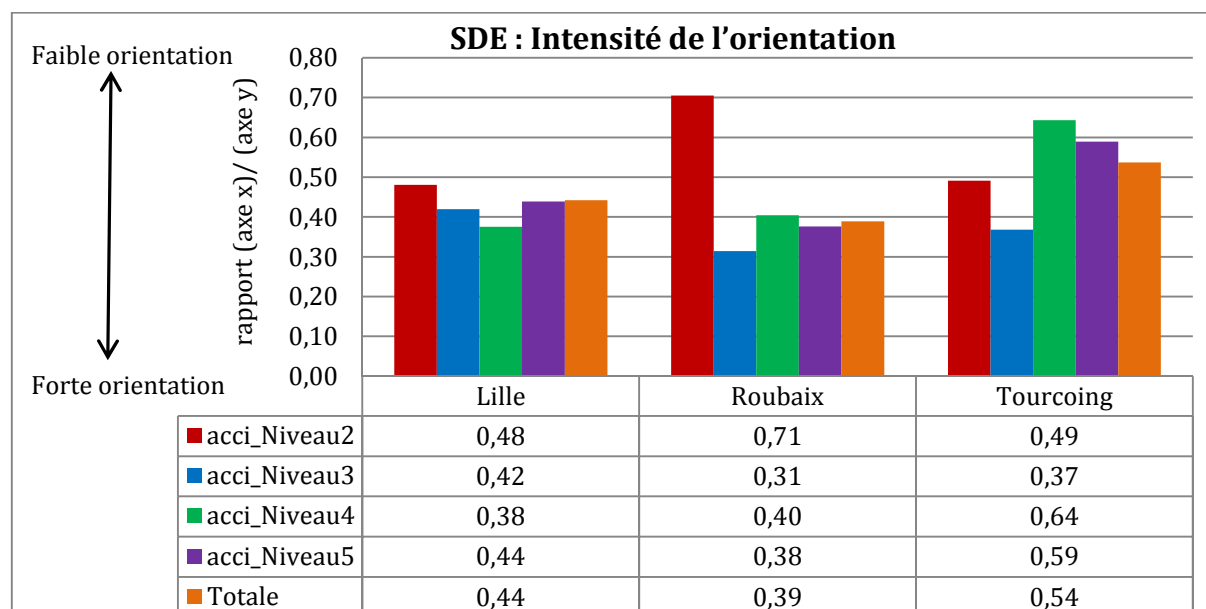


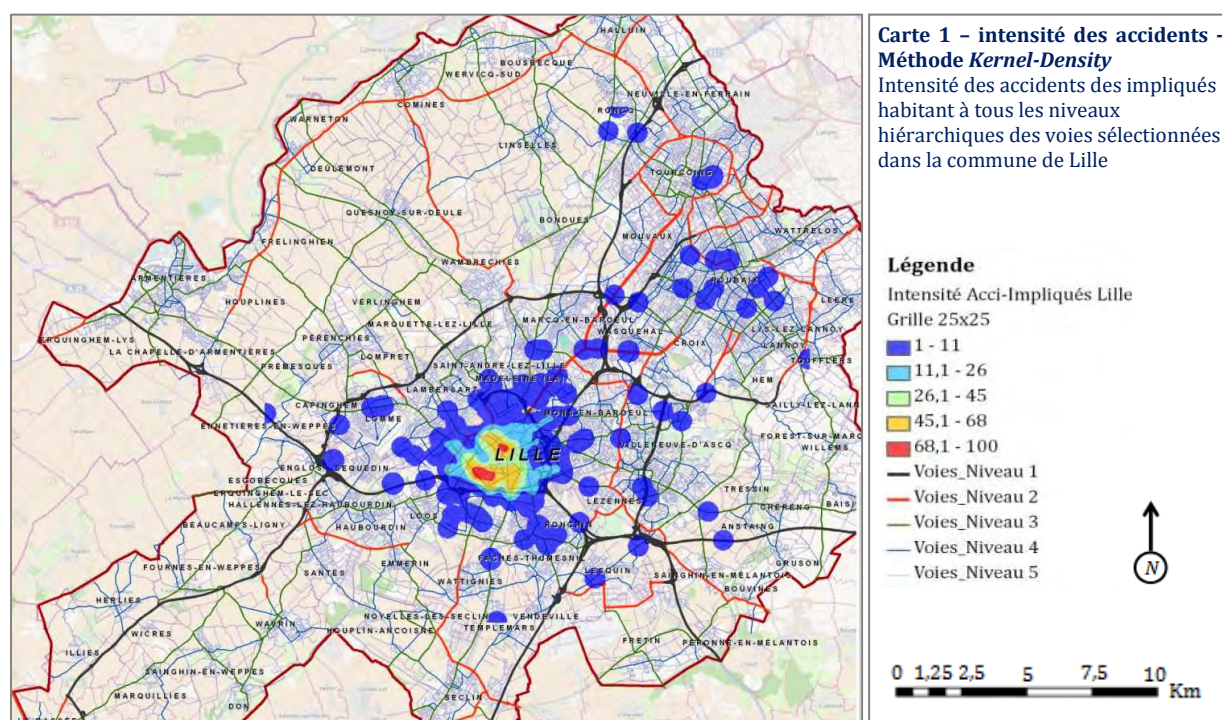
Tableau 30, Orientation de la distribution géographique des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents dans les trois terrains étudiés.

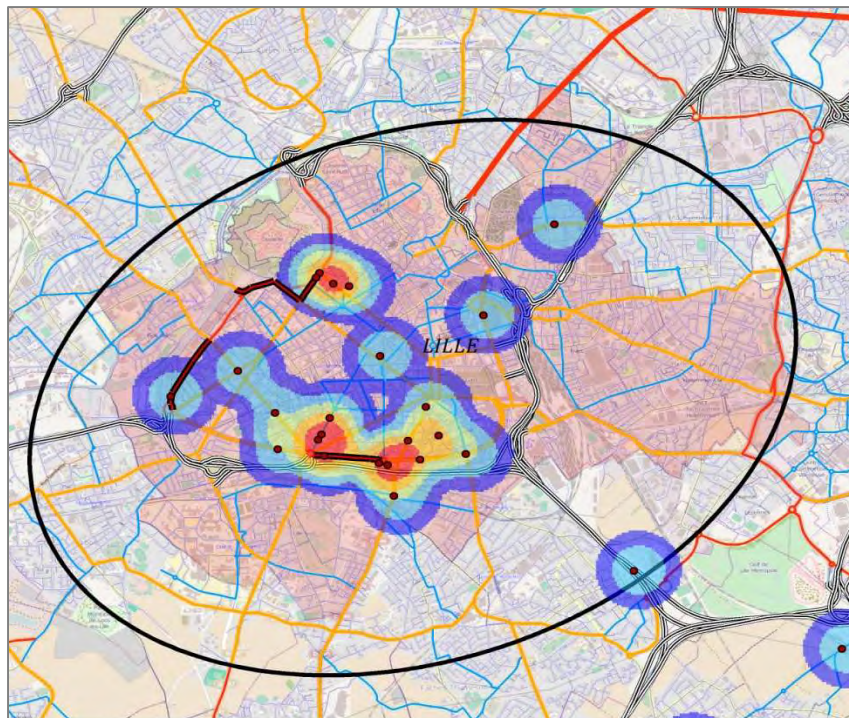
Nous pouvons noter un étirement particulier des SDE vers Lille, lorsqu'on s'éloigne davantage de son centre. Ces faits peuvent être interprétés comme une propension des habitants à orienter

leurs déplacements vers le centre-ville de Lille. Les structures urbaines vont ainsi conditionner la réalisation des déplacements et consécutivement la survenue des accidents. La localisation des activités urbaines, et en particulier l'attractivité du centre-ville de Lille explique ce que l'on retrouve dans les ellipses étudiées.

8-4-2- Analyse spatiale des accidents – *Kernel Density*

La cartographie des densités des accidents selon la méthode des noyaux (*Kernel Density*) montre clairement un même schéma pour les différents niveaux de la hiérarchisation du réseau dans les trois communes sélectionnées dans la LMCU : les plus fortes concentrations d'accidents se situent à proximité des voies sélectionnées à l'intérieur de la commune considérée. Hors de ces communes, les concentrations sont marginales dans la majorité des cas (cartes 1 à 15). Les accidents des impliqués vivant sur les différents niveaux sont influencés par le centre-ville de chaque commune. Les cartes sont issues du pourcentage systématique de grille de 25 × 25 mètres avec un rayon de recherche 500 mètres. Afin de comparer les résultats entre eux, la même échelle d'intensité sera utilisée pour tous les cas cartographiés.



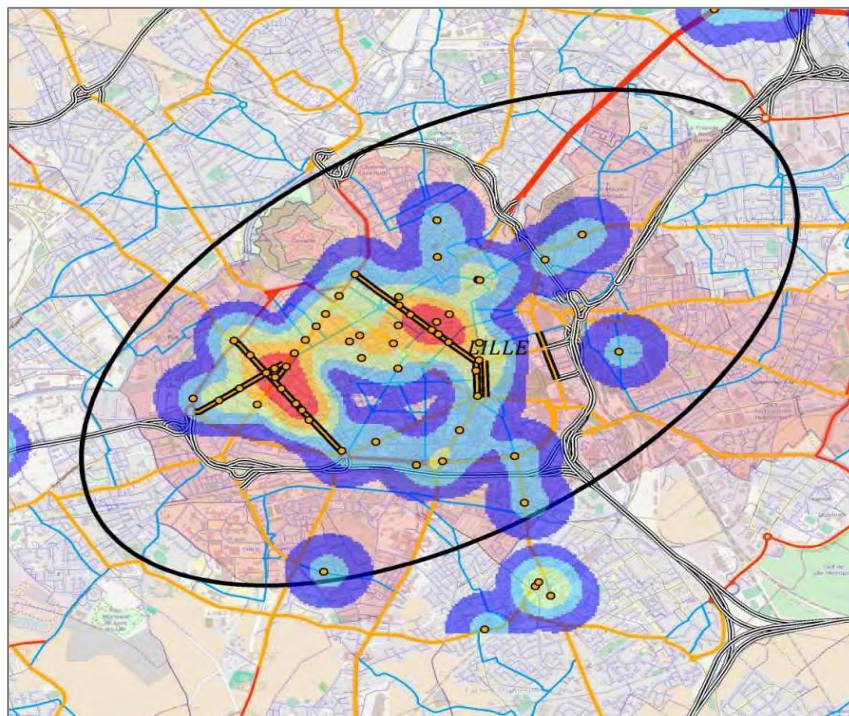


Carte 2 - intensité des accidents - Méthode Kernel-Density
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 2 » - commune de Lille

Légende

- Acci_Impliqués_N2_Lille
- Voies_sélectionnées_N2_Lille
- Intensité_Accid des impliqués habitant au "Niveau2"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviatonal Ellipse_N2
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Lille

0 0,5 1 2 Km



Carte 3 - intensité des accidents - Méthode Kernel-Density
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 3 » - commune de Lille

Légende

- Acci_Impliqués_N3_Lille
- Voies_sélectionnées_N3_Lille
- Intensité_Accid des impliqués habitant au "Niveau3"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviatonal Ellipse_N3
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Lille

0 0,5 1 2 Km



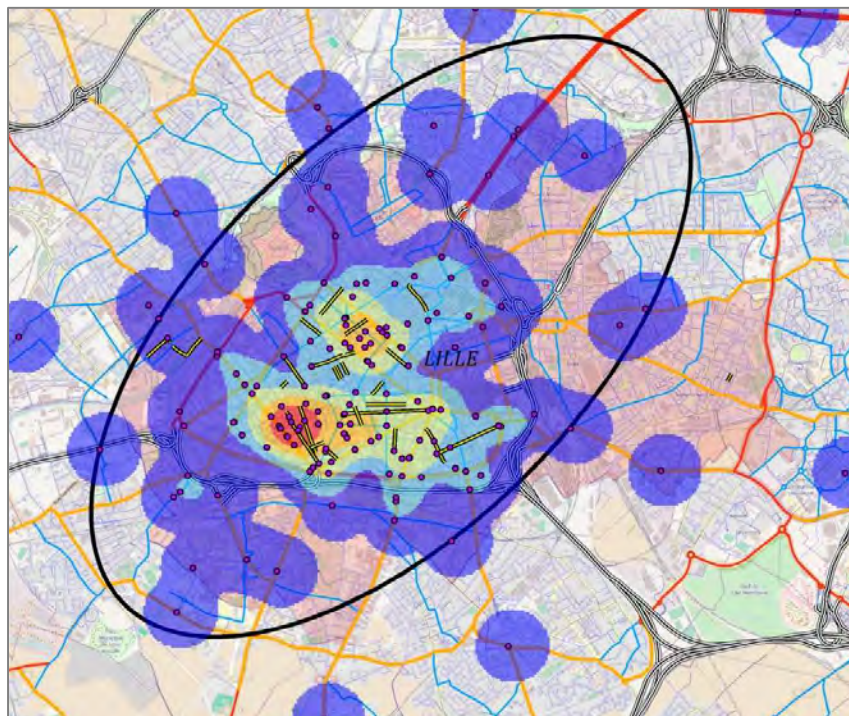


Carte 4 – intensité des accidents - Méthode *Kernel-Density*
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 4 » - commune de Lille

Légende

- Acci_Impliqués_N4_Lille
- Voies_sélectionnées_N4_Lille
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau4"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviational Ellipse_N4
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Lille

0 0,5 1 2 Km



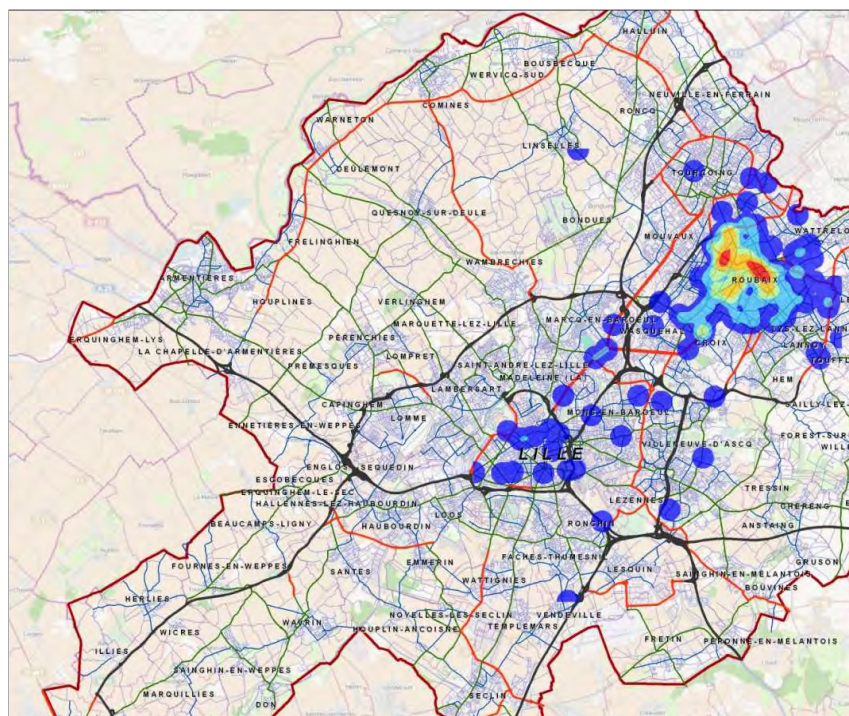
Carte 5 – intensité des accidents - Méthode *Kernel-Density*
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 5 » - commune de Lille

Légende

- Acci_Impliqués_N5_Lille
- Voies_sélectionnées_N5_Lille
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau5"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviational Ellipse_N5
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Lille

0 0,5 1 2 Km





**Carte 6 - intensité des accidents -
Méthode *Kernel-Density***
Intensité des accidents des impliqués
habitant à tous les niveaux
hiérarchiques des voies sélectionnées
dans la commune de Roubaix

Légende

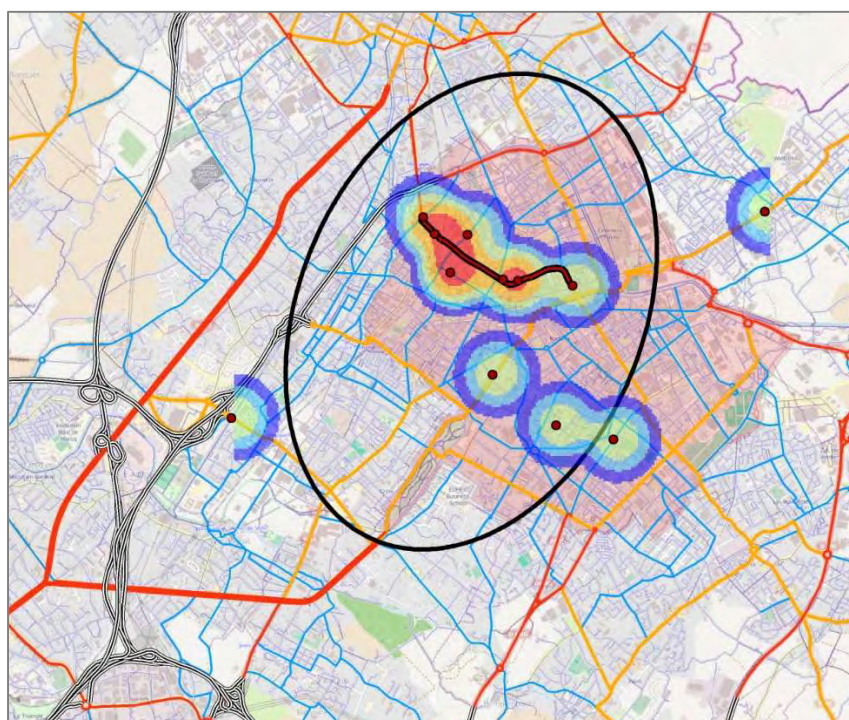
Intensité Acci-Impliqués Roubaix
Grille 25x25

- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100

- Voies_Niveau 1
- Voies_Niveau 2
- Voies_Niveau 3
- Voies_Niveau 4
- Voies_Niveau 5



0 1.25 2.5 5 7.5 10 Km



**Carte 7 - intensité des accidents -
Méthode *Kernel-Density***
Intensité des accidents des impliqués
habitant aux voies sélectionnées
classées en « niveau 2 » - commune
de Roubaix

Légende

Acci_Impliqués_N2_Roubaix

Voies_sélectionnées_N2_Roubaix

Intensité_Acc des impliqués habitant au "Niveau2"
Grille 25x25

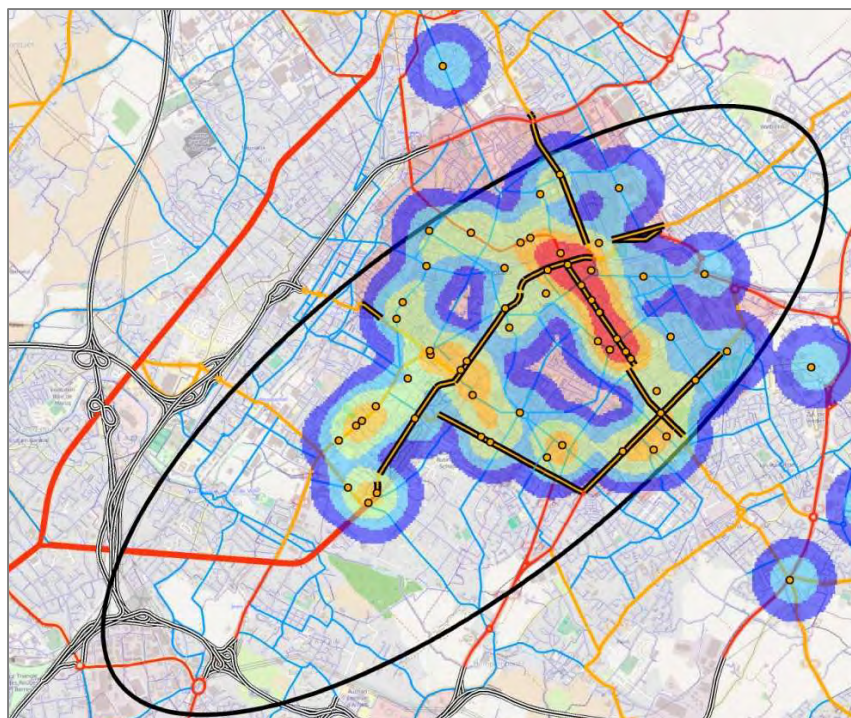
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100

Standard Deviatonal Ellipse_N2

- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Roubaix



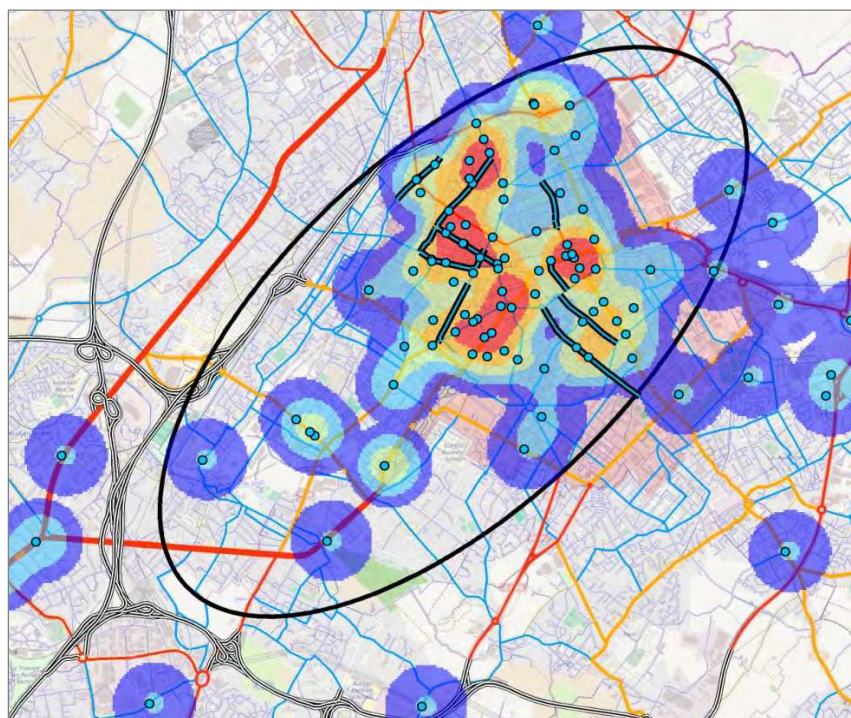
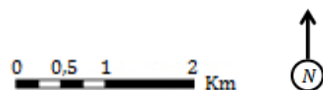
0 0.5 1 2 Km



Carte 8 - intensité des accidents - Méthode *Kernel-Density*
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 3 » - commune de Roubaix

Légende

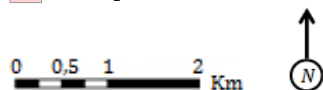
- Acci_Impliqués_N3_Roubaix
- Voies_sélectionnées_N3_Roubaix
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau3"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviatonal Ellipse_N3
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Roubaix

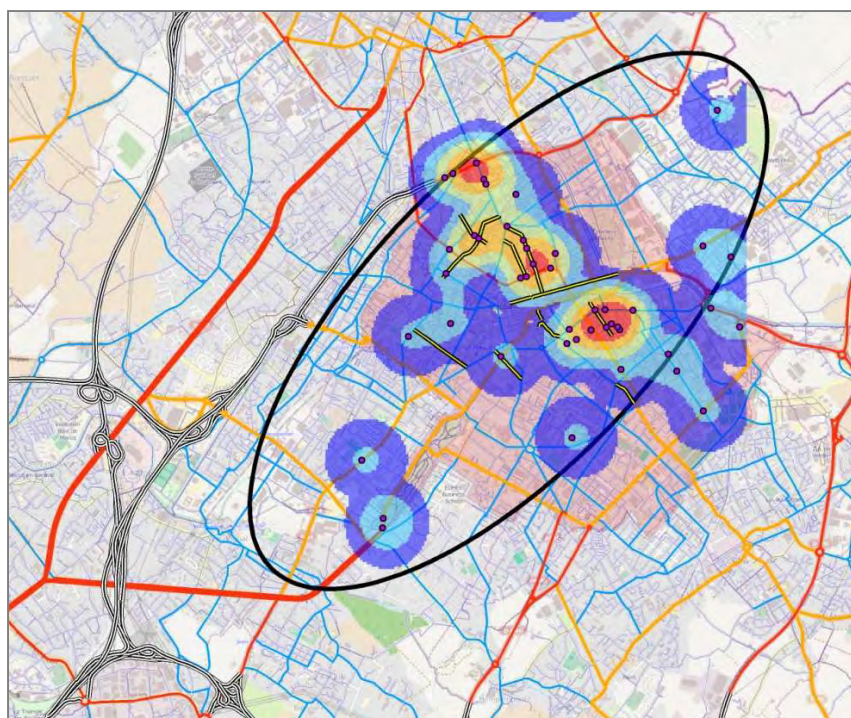


Carte 9 - intensité des accidents - Méthode *Kernel-Density*
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 4 » - commune de Roubaix

Légende

- Acci_Impliqués_N4_Roubaix
- Voies_sélectionnées_N4_Roubaix
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau4"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviatonal Ellipse_N4
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Roubaix

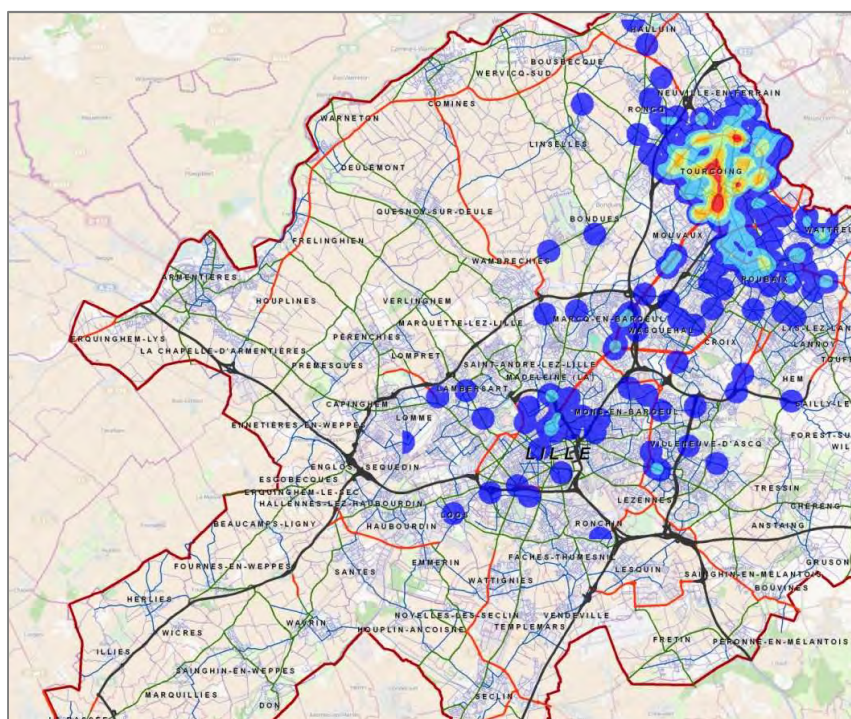
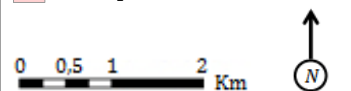




Carte 10 – intensité des accidents - Méthode Kernel-Density
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 5 » - commune de Roubaix

Légende

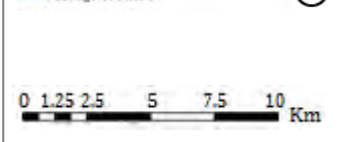
- Acci_Impliqués_N5_Roubaix
- Voies_sélectionnées_N5_Roubaix
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau5"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviational Ellipse_N5
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Roubaix

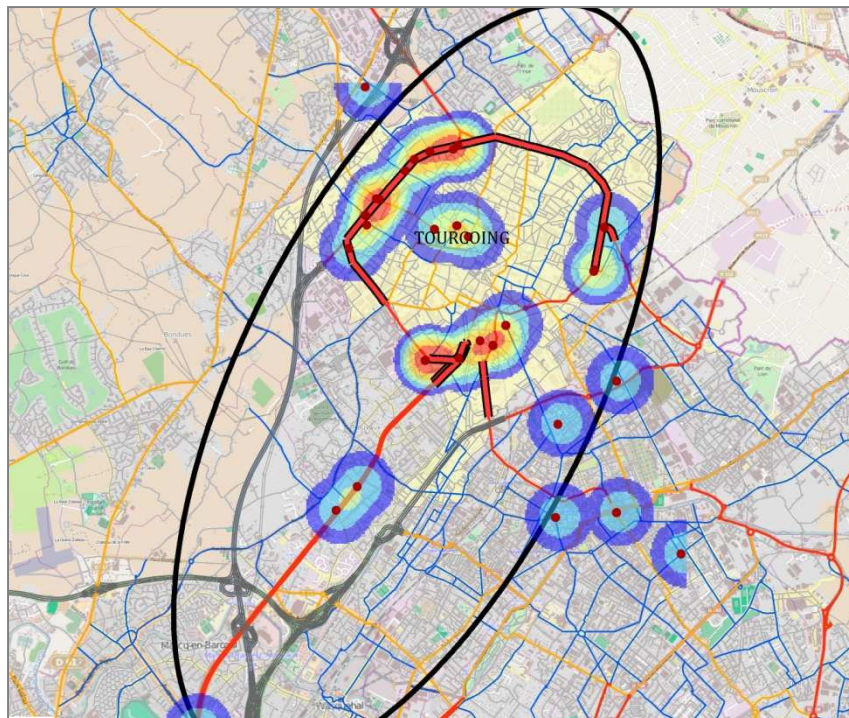


Carte 11 – intensité des accidents - Méthode Kernel-Density
 Intensité des accidents des impliqués habitant à tous les niveaux hiérarchiques des voies sélectionnées dans la commune de Tourcoing

Légende

- Intensité Acci-Impliqués Tourcoing
- Intensité
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Voies_Niveau 1
- Voies_Niveau 2
- Voies_Niveau 3
- Voies_Niveau 4
- Voies_Niveau 5



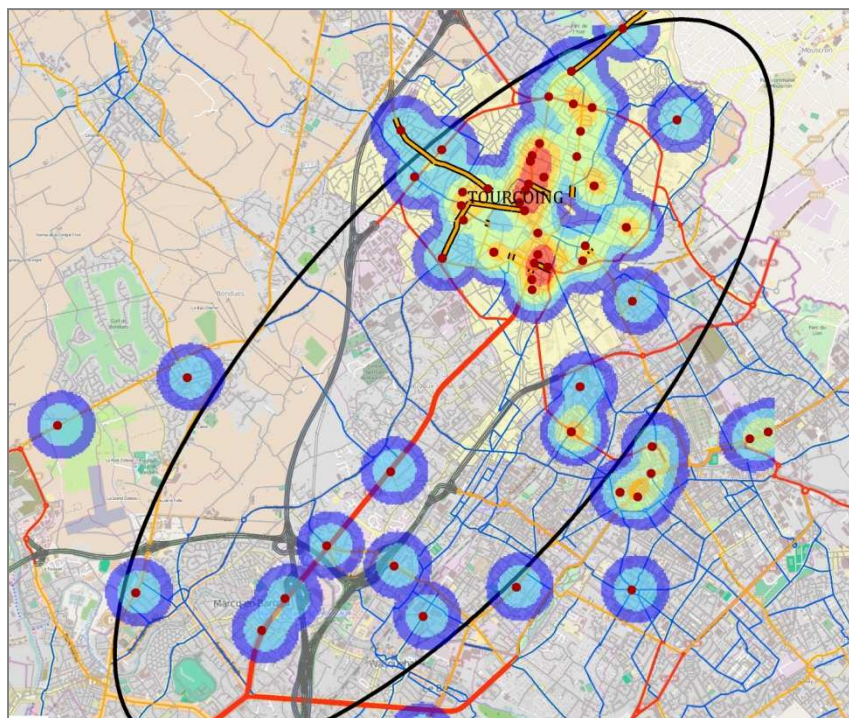


Carte 12 – intensité des accidents - Méthode *Kernel-Density*
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 2 » - commune de Tourcoing

Légende

- Acci_Implicqués_N2_Tourcoing
- Voies_sélectionnées_N2_Tourcoing
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau2"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviational Ellipse_N2
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Tourcoing

0 0,5 1 2 Km



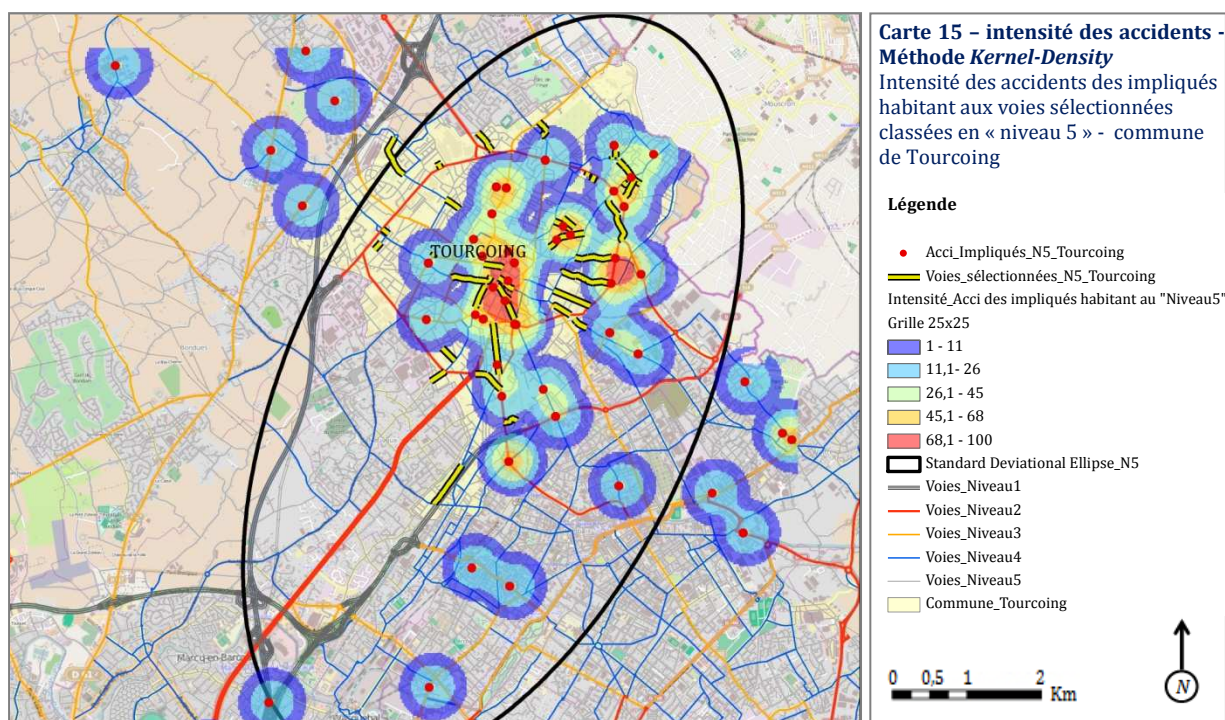
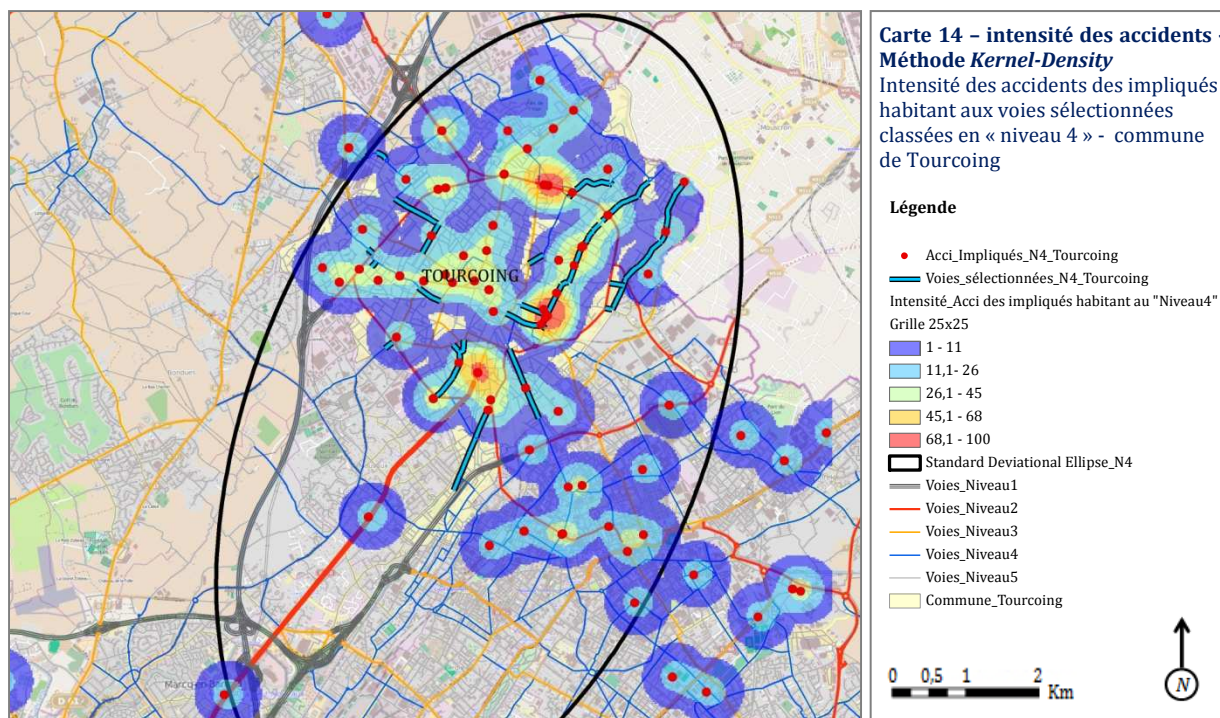
Carte 13 – intensité des accidents - Méthode *Kernel-Density*
 Intensité des accidents des impliqués habitant aux voies sélectionnées classées en « niveau 3 » - commune de Tourcoing

Légende

- Acci_Implicqués_N3_Tourcoing
- Voies_sélectionnées_N3_Tourcoing
- Intensité_Acci des impliqués habitant au "Niveau3"
- Grille 25x25
- 1 - 11
- 11,1 - 26
- 26,1 - 45
- 45,1 - 68
- 68,1 - 100
- Standard Deviational Ellipse_N3
- Voies_Niveau1
- Voies_Niveau2
- Voies_Niveau3
- Voies_Niveau4
- Voies_Niveau5
- Commune_Tourcoing

0 0,5 1 2 Km





La méthode de « *Kernel Density* » a permis d'analyser la densité des accidents des impliqués à une échelle plus fine. Cette méthode a montré que dans les trois terrains étudiés l'intensité des accidents des impliqués habitant à tous les niveaux hiérarchiques est plus forte autour de leurs voies de résidence. Cela indique à la fois la corrélation forte entre les niveaux hiérarchiques des voies de résidence des impliqués et ceux des lieux des accidents.

8-4-3- Analyse des distances lieu d'habitat/lieu d'accident

L'analyse de la distance de réseau entre les lieux d'habitat et les lieux d'accident permet de mettre en relation les caractéristiques socio-économiques et la mobilité des impliqués habitant aux différents niveaux hiérarchiques d'une part et le risque routier d'autre part.

	Niveau 2		Niveau 3		Niveau 4		Niveau 5		Total	
Distance réseau habitat/accident (m)										
0-499	27	18 %	41	19 %	72	21 %	81	24 %	221	21 %
500-999	17	11 %	50	23 %	56	16 %	60	18 %	183	17 %
1 000-1 499	14	9 %	22	10 %	44	13 %	45	13 %	125	12 %
1 500-1 999	14	9 %	15	7 %	29	8 %	35	10 %	93	9 %
2 000-2 499	13	8 %	14	6 %	28	8 %	19	6 %	74	7 %
2 500-2 999	6	4 %	10	5 %	8	2 %	14	4 %	38	4 %
3 000-3 999	11	7 %	16	7 %	36	10 %	23	7 %	86	8 %
4 000-5 999	21	14 %	15	7 %	25	7 %	18	5 %	79	7 %
6 000-9 999	16	10 %	18	8 %	17	5 %	11	3 %	62	6 %
10 000 et +	15	10%	20*	9%	30**	9%	29***	9%	94	9 %
Total	154	100 %	221	100 %	345	100 %	335	100 %	1 055	100 %
*3 accidents sont en dehors de la LMCU pour les impliqués habitant sur les voies de niveau 3. **4 accidents en dehors de la LMCU pour les impliqués habitant sur les voies de desserte locale. ***7 accidents en dehors de la LMCU pour les impliqués habitant sur les voies de circulation apaisée.										
α= 2 % ; Khi-deux = 45,19 ; ddl = 27 ; la relation est significative										

Tableau 31, Distance réseau lieu de résidence – lieu d'accident des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.

	Niveau 2		Niveau 3		Niveau 4		Niveau 5		Total	
Distance réseau habitat/accident (m)										
0-1 499	58	38 %	113	51 %	172	50 %	186	56 %	529	50 %
1 500-3 999	44	29 %	55	25 %	101	29 %	91	27 %	291	28 %
4 000 et plus	52	34 %	53	24 %	72	21 %	58	17 %	235	22 %
Total	154	100 %	221	100 %	345	100 %	335	100 %	1 055	100 %

Tableau 32, Nombre et pourcentage d'habitants sur les niveaux différents dans la hiérarchisation selon les distances réseaux habitat/accident.

Le tableau des distances est significatif. Il montre que plus de 50 % des accidents des impliqués habitant aux « niveaux 3, 4 et 5 » sont survenus à une distance de réseau de moins de 1 500 m de chez eux. Alors que seulement 38 % des accidents des impliqués vivant sur les voies structurantes du réseau ont lieu sur la même distance. Le tableau montre que les habitants au « niveau 5 » sont plus impliqués dans un accident à une distance plus courte (moins de 1 500 m) que les habitants des autres niveaux hiérarchiques, tandis que les habitants au « niveau 2 » sont accidentés à une distance plus longue (plus de 4 000 m) que des habitants des autres niveaux hiérarchiques. Ceci correspond aux distances moyennes des différents niveaux hiérarchiques représentées dans le tableau suivant. Cette distance est plus courte pour le « niveau 5 » par

rapport aux autres niveaux. La distance moyenne lieu d'habitat/lieu d'accident de tous les impliqués de notre échantillon est de 2 821 m.

	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Total
Distance réseau habitat/accident (m)					
Moyenne	3 540	2 936	2 760	2 468	2 821
Écart type	3 623	3 610	3 333	3 377	3 468

Tableau 33, Moyenne et écart type des accidents habitant/accident pour les habitants sur les niveaux de la hiérarchisation.

La distance moyenne est d'environ 30 % plus faible pour les impliqués habitant au « niveau 5 » par rapport à ceux habitant au « niveau 2 ». Alors que la différence de l'écart type est de 7 % plus faible. Cela signifie que les distances pour les impliqués habitant au « niveau 5 » sont légèrement moins lointaines et la dispersion plus faible.

L'analyse la relation entre le **type d'utilisateur** et la distance habitat/accident montre que lorsque l'utilisateur est un **piéton** sa distance moyenne d'implication est plus longue s'il habite au « niveau 2 » de la hiérarchisation du réseau de 2 300 m contre 1 086 m pour les impliqués piétons habitant au « niveau 3 », 1 481 m pour le « niveau 4 » et 1 277 m pour le « niveau 5 ». Alors que la distance moyenne des **passagers** est plus élevée pour les impliqués habitant au « niveau 4 » 3 319 m contre 1 545 m pour ceux habitant au « niveau 5 », 2 426 pour le « niveau 2 » et 2 148 pour le « niveau 3 ». En revanche, la distance moyenne des **conducteurs** est plus élevée s'ils habitent sur les voies de « niveau 5 » et elle est quasiment semblable pour les autres niveaux hiérarchiques.

Distance réseau habitat/accident	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Moyenne (m)				
Conducteur	3 985	3 955	3 855	4 240
Passager	2 426	2 148	3 319	1 545
Piéton	2 300	1 086	1 481	1 277
Écart type (m)				
Conducteur	3 859	5 497	8 044	9 752
Passager	2 107	2 853	3 633	2 224
Piéton	2 995	2 293	2 740	2 775

Tableau 34, Moyenne et écart type des distances habitat/accident pour les impliqués en tant que conducteurs, passagers ou piétons habitant sur les voies de différents niveaux de la hiérarchisation.

La comparaison entre les écarts-types montre que la dispersion des accidents des conducteurs est plus élevée s'ils habitent aux « niveaux 4 et 5 » qu'aux « niveaux 2 et 3 » alors que la dispersion des accidents des impliqués piétons est plus élevée pour les impliqués habitant au « niveau 2 » que d'autres niveaux hiérarchiques. La dispersion des accidents des impliqués passagers est plus élevée s'ils habitent au « niveau 4 ».

L'analyse de l'influence du **sexe** de l'impliqué sur les distances habitat/accident montre que les **hommes** sont globalement accidentés plus loin que les femmes pour tous les niveaux hiérarchiques de réseau.

Distance Réseau habitat/accident	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Moyenne (m)				
Masculin	4 094	3 406	3 818	3 713
Féminin	2 570	3 122	2 417	2 908
Écart type (m)				
Masculin	3 874	4 603	8 174	9 642
Féminin	2 962	5 688	3 140	5 663

Tableau 35, Moyenne et écart type des distances habitat/accident des habitants sur les différents niveaux des voies urbaines selon le sexe de l'impliqué.

À l'aide de l'écart type des distances, nous pouvons aussi observer que la dispersion des accidents des impliqués hommes est plus élevée que celle des impliqués femmes sauf sur les voies de distribution « niveau 3 » où elle est plus faible. Nous pouvons également observer que les hommes habitant au « niveau 2 » sont accidentés plus loin de chez eux par rapport à ceux habitant sur les voies des autres niveaux hiérarchiques. Tandis que les femmes habitant sur les voies de distribution « niveau 3 » sont impliquées dans les accidents à distance plus longue par rapport à celles habitant d'autres niveaux hiérarchiques.

Distance Réseau habitat/accident	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Moyenne (m)				
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	4 388	4 321	2 219	3 171
Cadres professions intellectuelles	8 165	4 077	2 313	2 006
Professions intermédiaires	3 320	3 334	5 058	5 040
Employés	5 987	4 220	4 171	2 624
Ouvriers	3 996	4 355	8 169	7 032
Écart type (m)				
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	3 951	3 593	2 977	3 871
Cadres professions intellectuelles	6 000	4 463	2 858	1 697
Professions intermédiaires	2 377	7 505	6 116	9 784
Employés	3 276	6 404	4 299	3 911
Ouvriers	3 767	5 006	19 057	17 383

Tableau 36, Moyenne et écart type des distances habitat/accident des habitants impliqués dans les accidents résidant sur les différents niveaux des voies urbaines selon la PCS.

Distance Réseau habitat/accident	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Moyenne (m)				
Chômeurs, sans emploi, autre	2 826	2 762	2 445	2 325
Retraités	1 500	2 683	2 063	5 714
Étudiants	2 317	2 184	2 857	2 030
Écart type (m)				
Chômeurs, sans emploi, autre	3 786	3 867	2 893	3 370
Retraités	1 452	3 336	1 884	17 670
Étudiants	2 422	3 142	6 519	3 055

Tableau 37, Moyenne et écart type des distances habitat/accident des habitants inactifs sur les différents niveaux des voies urbaines.

Il est observable que les retraités impliqués dans les accidents et vivant sur les voies de circulation apaisée ont une distance moyenne lieu d'habitat/lieu d'accident plus élevée que ceux vivant sur les autres niveaux (5 km 714 contre 1 km 500 pour les voies structurantes, 2 km 683 pour les voies de distribution et 2 km 063 pour les voies de desserte locale primaire). Parce que les voies de « niveau 2 » sont ainsi, nous observons une dispersion beaucoup plus élevée pour les retraités vivant sur les voies de circulation apaisée (17 km 670 contre 1 km 452 pour le niveau 2 km 336 pour le niveau 3 et 1 km 884 pour le niveau 4).

Les étudiants vivant sur les voies de desserte locale primaire ont une distance habitat/accident plus élevé par rapport à celle pour ceux qui habitent sur les autres niveaux (2 km 854 contre 2 km 317 pour les voies structurantes, 2 km 184 pour les voies de distribution et 2 km 030 pour les voies de circulation apaisées). Ainsi la dispersion des accidents est aussi plus élevée pour les étudiants habitants sur les voies de niveau 4 que les autres niveaux qui sont assez similaires.

Les distances habitat/accident des chômeurs impliqués vivant sur les voies hiérarchiques (niveaux 2, 3, 4 et 5) sont respectivement 2 km 826, 2 km 762, 2 km 445 et 2 km 325. Nous observons aussi que la dispersion des accidents des chômeurs est similaire pour tous les niveaux hiérarchiques.

En résumé

La méthode d'« ellipse de l'écart type » a permis d'étudier la dispersion et l'orientation des accidents des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques différents. Nous avons pu observer une tendance générale (nord-est/sud-ouest) pour tous les niveaux de nos voies étudiées dans l'orientation des nuages de points représentant les accidents. Toutes les ellipses semblent en effet révéler l'influence de Lille. Cela semble logique avec la distribution des activités (emplois, commerces...) plus importante dans la commune de Lille ce qui engendre des flux de circulation vers la commune de Lille. L'analyse comparative a montré une plus grande dispersion des accidents des impliqués habitant au « niveau 2 » dans la commune de Lille par rapport à celle des impliqués habitant aux autres niveaux hiérarchiques. À l'inverse, dans les communes de Roubaix et Tourcoing, la dispersion des accidents des impliqués habitant au « niveau 2 » est plus faible que celle pour les impliqués habitant aux autres niveaux hiérarchiques. En moyenne, il est aussi observé, pour tous les niveaux hiérarchiques, que la dispersion des points d'accidents est plus importante dans la commune de Tourcoing que dans les communes de Lille et Roubaix. Il a été aussi notable que les surfaces des ellipses des accidents des impliqués habitant dans la commune de Tourcoing sont beaucoup plus grandes que celles dans les communes de Lille et Roubaix. Cela peut indiquer des distances parcourues plus longues par les habitants de la commune de Tourcoing que celles de la commune de Lille et Roubaix. La mesure de l'orientation des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents peut expliquer la mobilité (origine – destination) de ces impliqués. Dans la commune de Lille, les accidents des impliqués habitant au « niveau 4 » ont une forte orientation en parallèle du « Grand Boulevard », tandis que dans les communes de Roubaix et Tourcoing, les accidents des impliqués au « niveau 3 » ont une forte orientation vers la ville de Lille.

La méthode de « Kernel Density » a permis d'analyser la densité des accidents des impliqués à une échelle plus fine. Cette méthode a montré que dans les trois terrains étudiés l'intensité des accidents des impliqués habitant à tous les niveaux hiérarchiques est plus forte autour de leurs voies de résidence. Cela indique à la fois la corrélation forte entre les niveaux hiérarchiques des voies de résidence des impliqués et ceux des lieux des accidents.

L'analyse des distances entre le lieu d'habitation et lieu d'accident montre que plus de la moitié des accidents des impliqués habitant à tous les niveaux hiérarchiques a lieu à une distance de moins de 2,5 km de chez eux. Les habitants des voies des « niveaux 2 et 3 » sont davantage impliqués dans les accidents plus loin de chez eux (plus de 4 km) que les habitants des voies de des « niveaux 4 et 5 ». À l'inverse, les habitants du « niveau 5 » sont davantage impliqués dans

les accidents à une distance plus proche (moins de 1,5 km) de leur lieu d'habitation, ce qui correspond au pourcentage plus élevé des impliqués piétons habitant au « niveau 5 ».

L'analyse de l'influence du sexe sur la distance habitat/accident montre que la distance et la dispersion des accidents des hommes sont plus élevées que celles des accidents des femmes. Les hommes habitant au « niveau 2 » sont accidentés plus loin de chez eux que les hommes habitant aux autres niveaux hiérarchiques. En revanche, la distance lieu d'habitat/lieu d'accident des impliqués femmes habitant au « niveau 3 » est plus longue que celles des impliqués femmes habitant aux autres niveaux hiérarchiques.

Les habitants de catégories supérieures de PCS ont une distance entre le lieu de résidence et le lieu d'accident plus élevée s'ils habitent sur les voies structurantes et de distribution du réseau, alors que les habitants de catégories professions intermédiaires, ouvriers, sont impliqués dans les accidents plus loin de chez eux s'ils habitent sur les voies de desserte locale. La distance moyenne des retraités est plus élevée s'ils habitent sur les voies de circulation apaisée. Tandis qu'elle est plus élevée pour les voies structurantes et de distribution chez les chômeurs. Enfin, les étudiants vivant sur les voies de desserte locale sont accidentés plus loin de chez eux par rapport à ceux qui habitent sur les voies des autres niveaux du réseau.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Pour répondre à la question de l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier, il convient de retracer brièvement notre cheminement de la problématique vers la validation des hypothèses grâce aux données exploitées.

Est-il légitime de hiérarchiser le réseau de manière à ce que les habitants des différents niveaux soient inégalement soumis aux nuisances de l'automobile ?

Faut-il ségréger les flux et les modes pour améliorer la sécurité ? Ou faut-il, au contraire, privilégier l'intégration des différents usagers dans un même espace urbain ?

De telles questions reposent essentiellement sur deux types d'hypothèses qui seront à valider. La hiérarchisation du réseau constitue la dimension spatiale du risque. Elle canalise le trafic et crée des différences en matière de flux et de composition ce qui conduit à une différenciation des niveaux de risque encouru par les habitants des différents niveaux hiérarchiques. En effet, une augmentation du niveau du trafic et de vitesse ne saura que faire augmenter la probabilité de conflit entre usagers. D'autre part, les inégalités socio-économiques des populations des niveaux hiérarchiques influencent le comportement des usagers de l'espace public et les pratiques de mobilité qui induisent une différenciation des risques. Il est alors possible d'améliorer la sécurité routière par des actions d'aménagement en prenant en compte le risque des populations et en intégrant de façon explicite, et *a priori*, un tel objectif.

L'analyse du risque d'avoir un accident pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents a été au cœur de ce travail de thèse. Cette analyse n'a pas été simple à traiter et ne pouvait pas se faire directement, elle s'est révélée complexe et a nécessité des détours méthodologiques importants. Les méthodes d'analyse statistique, épidémiologique et spatiale (SIG) permettent d'expliquer la dimension spatiale et socio-économique du risque routier. Dans ce qui suit, ces deux cadres interprétatifs sont mis en compétition pour comprendre les résultats du présent travail.

Dimension spatiale du risque routier

Les apports opérationnels de la thèse ont montré que la différenciation spatiale influence le niveau du risque d'implication dans l'accident. Le contexte résidentiel joue un rôle très important dans le niveau du risque des populations. Les niveaux hiérarchiques en tant que lieux de résidence influencent le niveau du risque d'implication dans l'accident pour les populations

des niveaux hiérarchiques différents. L'analyse comparative entre les niveaux du risque d'implication dans un accident corporel de la circulation a montré que les populations habitant au « niveau 3 » sont les plus exposées. Suivent, dans l'ordre décroissant du risque, celles des niveaux 2, 5 et enfin 4. Cette comparaison a été faite à partir du nombre d'impliqués dans les accidents, habitant un niveau hiérarchique donné, rapporté à la population de ce même niveau. Il est à noter aussi que la comparaison des paires de niveaux hiérarchiques pour les trois terrains étudiés (Lille, Roubaix et Tourcoing) a révélé les mêmes tendances de surrisque.

Du point de vue de la dimension spatiale, ces résultats peuvent être expliqués en fonction de l'aménagement de la voirie de ces niveaux hiérarchiques. En effet, pour les deux niveaux de voies urbaines aux extrémités d'une hiérarchie fonctionnelle (« niveaux 2 ; 4 et 5 »), l'aménageur dispose d'un corpus cohérent de connaissances sur la nature des aménagements susceptibles de favoriser la concordance entre le trafic (volume et composition) et les vitesses souhaitées.

Les voies du « niveau 2 » sont aménagées selon le principe de la ségrégation des flux et des usagers. Cette dernière spécifie les conflits sur les voies du « niveau 2 » (dans le temps : le feu tricolore ; dans l'espace : voie cyclable, voie de bus...) la tâche est ici fragmentée, la compréhension nécessaire est partielle. Les vitesses sur ces voies sont plus élevées entraînant des problèmes pour les personnes âgées qui ont plus de difficultés à appréhender les vitesses élevées et les situations complexes (les personnes âgées habitant au « niveau 2 » sont plus impliqués dans les accidents que celles habitant aux autres niveaux hiérarchiques. Elles sont aussi plus impliquées dans les accidents en intersection qu'en section courante). Mais, en milieu urbain, la ségrégation s'arrête aux intersections, là où les situations sont les plus compliquées avec des mouvements et des échanges nombreux. De plus, le déplacement dans un flux homogène a pour effet de simplifier la tâche de l'utilisateur (conducteur, cycliste ou piéton) ce qui contribue à baisser son niveau de vigilance.

Par contre, les voies des « niveaux 4 et 5 » respectent le principe d'intégration des différents modes et des usagers dans le même espace public. Ce principe propose ainsi une solution alternative à la spécialisation de l'espace. Il s'appuie sur l'intégration dans un même espace des différents usagers en donnant la priorité aux usagers vulnérables (piétons, vélos...), en assurant une meilleure qualité de vie. Il permet de développer des fonctions de vie locale, mais il ne s'applique qu'aux voies où le niveau du trafic et de vitesse est faible. Ce principe de l'intégration apparaît comme impliquant une compréhension globale de la circulation. Mais l'aménagement de ces réseaux selon ce principe doit assurer une meilleure cohabitation entre trafic et vie locale. La sécurité des usagers vulnérables (piétons et cyclistes) constitue un enjeu de l'aménagement de ces voies. Les apports de ce travail ont montré que les usagers en tant que piétons ou cyclistes

sont davantage impliqués dans les accidents s'ils habitent au « niveau 5 » (les piétons traversent n'importe où et les cyclistes se déplacent avec une priorité de circulation sur ces voies).

Par contraste, les voies de « niveau 3 » ont des aspects intermédiaires entre les deux extrémités de la hiérarchie. Pour cette raison, il est difficile de présenter des critères d'aménagement distincts pour les voies de ce « niveau 3 » ce qui perturbe le comportement des usagers et probablement mène à des taux de risque plus élevés. Ce « niveau 3 » pose des problèmes à l'aménageur mais aussi et surtout aux usagers. Ceux-ci se sentent plus en sécurité qu'au « niveau 2 », alors que le niveau du trafic et de vitesse peut être élevé. Par conséquent, un fort niveau du trafic et de vitesse et un fort accès à l'habitation au « niveau 3 » conduisent significativement à des risques supplémentaires pour les habitants.

Ces résultats sont importants dans le cadre de l'aménagement des réseaux permettant de réaménager les rues de résidence des usagers de l'espace public d'autant que les caractéristiques spatiales de la voie de résidence influencent positivement le risque d'avoir un accident pour ses habitants.

Dimension socio-économique du risque routier

La littérature montre que l'urbanisme et la forme urbaine induisent une structuration fonctionnelle du réseau et un lien entre les formes urbaines et les caractéristiques socio-économiques des habitants. Ceci peut engendrer une inégalité socio-économique (niveau de pauvreté, taux de chômage, PCS, âge, etc.) des populations des niveaux hiérarchiques différents. L'analyse du lien entre les caractéristiques socio-économiques des populations et le risque routier semble très complexe. Elle ne peut venir que de la recherche. Ce travail a montré que la différenciation socio-économique des populations des niveaux hiérarchiques induit une différenciation du niveau du risque d'implication dans l'accident.

L'analyse des typologies socio-économiques des niveaux hiérarchiques des voies sélectionnées a révélé que le niveau de pauvreté des populations est plus élevé au « niveau 3 » qu'aux autres niveaux hiérarchiques. Ceci peut expliquer le niveau du risque plus élevé sur ce niveau hiérarchique. Il accentue les risques des catégories déjà plus impliquées et détermine fortement le risque d'avoir un accident en tant que conducteur de deux-roues à moteur par rapport aux autres modes de transport. De même, la proportion des chômeurs est plus élevée pour les habitants des « niveaux 4 et 5 », ce qui explique le grand pourcentage des impliqués chômeurs habitant à ces niveaux. En effet, cette classe semble avoir un comportement peu respectueux des règles de circulation (franchir un feu rouge, traverser hors passage...).

L'âge est en effet un élément influençant les comportements des usagers et donc les niveaux de risque d'implication dans les accidents. Ce travail a montré aussi que le taux d'implication dans les accidents n'est pas égal pour les différentes classes d'âge. Par exemple, le taux du risque des individus âgés de plus de 60 ans est plus élevé s'ils habitent au « niveau 2 » par rapport aux autres niveaux hiérarchiques ce qui apparaît naturel avec une proportion plus élevée de population plus âgée habitant à ce niveau hiérarchique. Ceci peut être aussi expliqué par les difficultés de déplacement (traverser la rue en tant que piéton, manœuvre de conduite en tant que conducteur) de ce type d'usager dans les emprises très larges de la voie de ce niveau. Par contre, le taux d'implication des individus jeunes, âgés de moins de 29 ans, est plus élevé s'ils habitent au « niveau 5 », ce qui semble corrélér avec le taux plus élevé des impliqués piétons et cyclistes habitant à ce niveau.

Mobilité et risque routier

L'étude de la dimension spatiale de risque routier nécessite de prendre en compte les caractéristiques socio-économiques des individus et leur influence sur la mobilité envisagée comme un facteur d'exposition. Les pratiques des déplacements varient selon les caractéristiques sociales et spatiales des individus dans un contexte de « dépendance automobile » (Dupuy, 1999). Les pratiques de mobilité sont fortement conditionnées par la dimension socio-économique (Mignot et Rosales-Montano, 2006). En effet, les disparités de mobilité sont en corrélation avec l'équipement des ménages et des individus lui-même en corrélation avec les revenus (Orfeuil, 2004).

La différenciation spatiale et socio-économique des populations se manifeste par des différences de comportement et joue un rôle important dans la définition des pratiques de mobilité (modes, motifs et distances). Les caractéristiques de mobilité sont en effet essentielles pour comprendre les risques supplémentaires encourus par les usagers de l'espace public. Mieux connaître les inégalités face aux risques des populations au cours de leur mobilité participe de l'ensemble des travaux concernant les inégalités et la mobilité.

Les apports de ce travail ont montré une forte corrélation entre le niveau hiérarchique des lieux d'habitation et des lieux d'accident. C'est-à-dire que les habitants d'un niveau hiérarchique donné sont davantage impliqués dans l'accident de circulation sur le même niveau de la hiérarchisation du réseau. L'analyse de la distance entre le lieu de résidence de l'impliqué et la localisation de son accident a montré que les habitants de tous les niveaux hiérarchiques sont plus impliqués dans les accidents à proximité de chez eux. Ces résultats montrent l'importance de l'aménagement des réseaux en milieu urbain en tant que lieux de résidence en tenant compte des caractéristiques socio-économiques et des pratiques de mobilité de ses habitants.

Les analyses ont montré que le pourcentage des distances courtes (moins de 1 500 m) entre les lieux de résidence des impliqués et les lieux d'accidents est plus élevé pour les habitants du « niveau 5 », alors que la proportion des distances parcourues plus longues (plus de 4 000 m) est plus importante pour les impliqués habitant au « niveau 2 ». Cela semble corrélérer avec les modes de déplacement utilisés (pourcentage plus élevé des impliqués piétons ou cyclistes habitant au « niveau 5 » alors que le pourcentage des impliqués conducteurs de poids lourds habitant au « niveau 2 » est plus élevé).

En bref, les apports de ce travail éclairent l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier et soulignent notamment la différenciation spatiale et socio-économique pour comprendre les risques supplémentaires. Les facteurs en jeu sont complexes. Cette spatialisation interroge les possibilités d'action par la politique des déplacements et de l'organisation du réseau viaire. La hiérarchisation du réseau est en effet une opportunité à saisir pour réduire les inégalités de risque des populations à l'instar des objectifs pour réduire d'autres types d'inégalités.

Comprendre la place de la sécurité dans l'aménagement pour agir

Les objectifs de la planification des déplacements sont de renforcer l'intensité de la ville, de développer le principe du partage de la rue, d'améliorer les modes doux de déplacements et de réduire l'usage de l'automobile dans le centre-ville afin d'en réduire les nuisances et d'améliorer la qualité urbaine et la qualité de vie. Ces objectifs se couplent avec l'organisation du réseau viaire. Les décisions prises dépendent d'un ensemble d'objectifs et les aménagements réalisés en sont un compromis. Ce travail ne cherche pas à remettre en cause ces objectifs, mais pointe les effets de la hiérarchisation du réseau en tant qu'outil de l'aménagement urbain sur le risque routier des populations des niveaux hiérarchiques différents.

L'enjeu principal de la hiérarchisation fonctionnelle du réseau est de répondre à un double objectif de la politique de transports (développement économique et développement durable). Une telle hiérarchisation doit assurer la cohabitation entre le trafic et la vie locale. Cette cohabitation est un enjeu d'aménagement du réseau routier en milieu urbain pour réduire les contradictions d'accidents et améliorer la qualité de vie. Elle pose des contraintes multiples pour l'aménageur (hétérogénéité des flux, niveau de trafic, accessibilité...), mais aussi pour l'usager de l'espace public (capacités physiques diverses, contraintes de vitesse, niveau d'attention, compréhensions des situations complexes demandant des ressources cognitives plus ou moins importantes sur les différentes voies urbaines). Une telle mise en tension a des conséquences pour la sécurité routière.

La rhétorique des aménageurs tourne autour de « l'espace public » ou de « la qualité de vie ». Pour intégrer en amont les enjeux de sécurité routière dans la planification des déplacements, la sécurité routière doit être prise en compte comme un objectif premier parmi d'autres dans l'élaboration des projets de l'aménagement. Le contexte du plan de déplacement urbain pourrait être une opportunité, dans la mesure où cette notion réinterroge la mobilité dans la ville qui s'intensifie et se diversifie.

Le plan de déplacements urbains est en effet l'occasion de réunir l'ensemble des acteurs locaux (politiques, techniques, citoyens) et de réfléchir aux orientations pour le futur. Les questions de la cohabitation des groupes sociaux et de la cohabitation du trafic et de la vie locale sont au cœur des débats. Bien que la loi de la solidarité et renouvellement urbain (SRU, 2000) ait donné une place plus importante à la sécurité routière dans les plans de déplacements urbains, toutefois, les questions de la sécurité routière ne sont pas explicitement traitées.

La sécurité n'est pas un objectif premier de l'aménagement du réseau comme d'autres telle l'accessibilité ou la lutte contre la congestion. Elle est une composante de la qualité urbaine et de la qualité de vie. La principale difficulté est alors de coordonner les objectifs de sécurité avec les autres politiques sectorielles. Cette mise en cohérence des différents objectifs n'est possible qu'en intégrant la sécurité au plus tôt dans les processus de décision (Fleury, 1998). Des travaux de recherche ont porté sur la prise en compte des enjeux de sécurité routière avec d'autres politiques de déplacement à travers les plans de déplacements urbains. Dans sa thèse, Frédérique Hernandez montre que l'élaboration des plans de déplacements urbains est une « scène de débats » au cours de laquelle des projets techniques (tramway, réseaux cyclables...) se rencontrent et interagissent, obligeant le groupe d'acteurs à poser la question de leur cohérence, tout en poursuivant l'objectif de diminution du trafic automobile en ville (Hernandez, 2003). Si une certaine cohérence est obtenue par des modèles urbains intégrant les tramways, la protection des centres-villes, des aménagements cyclables et la hiérarchisation du réseau, les enjeux de sécurité des déplacements ne sont pas portés dans le débat. Il s'agit davantage d'un argument justifiant d'autres mesures : pour réduire l'insécurité, le plan de déplacements urbains prévoit la mise en place des outils techniques, alors qu'aucune analyse précise n'est réalisée.

Dans la pratique, le problème majeur identifié est que les acteurs porteurs des enjeux de sécurité ne sont pas présents lors des processus de décision des projets urbains. En l'absence de recherche de compromis, les projets urbains aboutissent à des conflits de valeurs (Brenac, 2002) qui créent des incohérences dans les espaces de déplacements (Fleury, 1998). Des travaux réalisés sur l'agglomération lilloise ont montré que les services techniques communaux, ayant de l'expérience pour aménager des espaces sûrs, ne sont pas présents dans les débats préalables

aux projets de l'aménagement. De plus, les services techniques ne recensent pas les accidents et n'établissent pas de diagnostic de l'insécurité routière. Le service qui a cette compétence (à LMCU, il s'agit du service Espace Public et Voirie) n'est pas systématiquement mobilisé dans le cadre de ces projets. Les études de sécurité sont réalisées selon les demandes des services techniques et non de manière globale. Dans la pratique les projets urbains réalisés dans la communauté urbaine financent des actions correctrices lors de l'aménagement des voies (« points noirs d'accidents »), des actions pour réduire les vitesses et des améliorations de la qualité de vie (zone 30).

L'aide à la décision devrait alors s'appuyer sur une combinaison de méthodes afin de saisir l'accident sous plusieurs formes. Les analyses statistiques et spatiales appréhendent l'accident par sa localisation dans l'espace ; les analyses épidémiologiques approchent les inégalités sociospatiales du risque ; les analyses des processus de décision s'intéressent à l'accident sous l'angle aménageur. L'enjeu de ce présent travail était de combiner ces trois approches et les mettre en regard.

Ce travail fournit de nombreuses informations qui ouvrent des perspectives pour l'action. Les investigations sur l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier ont permis d'éclairer le lien qui peut exister entre les dimensions spatiales et socio-économiques et le risque routier. D'autre part, elles permettent d'éclairer les décisions publiques sur la question de la hiérarchisation du réseau en associant le risque routier afin d'intégrer l'objectif de la sécurité routière plus en amont dans les processus de la décision des projets de l'aménagement urbain.

Sensibiliser les acteurs locaux au risque des populations

Le risque routier permet de dépasser les contraintes disciplinaires. Il fait le lien entre les déplacements et l'urbanisme et entre la dimension sociale et spatiale. Il dépend des caractéristiques des individus qui se déplacent avec différents modes sur des réseaux plus ou moins dangereux gérés par les pouvoirs publics.

Il est plus important pour un élu d'améliorer la sécurité de ses électeurs que celle des routes. Ce travail porte sur le risque des populations habitant des niveaux hiérarchiques différents, il peut cibler les populations ayant un fort risque. Cela permet de mobiliser la responsabilité morale des élus pour protéger leurs concitoyens par l'aménagement des voies les plus risquées afin d'améliorer la sécurité. Cette mobilisation vise à sensibiliser les acteurs locaux au risque d'implication dans un accident de la circulation pour les habitants plus qu'à se focaliser sur l'accidentologie des voies qu'ils gèrent

En effet, pour les acteurs locaux (aménageurs et élus) la prise en compte de la sécurité routière pourrait se faire par l'intégration cette question dans les documents de planification et dans les recommandations de l'aménagement. Les apports de ce travail ne consistent pas à imposer aux aménageurs cette tâche de codage des procès-verbaux d'accidents, mais de les sensibiliser aux enjeux de risque routier – dont le traitement de l'insécurité routière n'est pas que du simple bon sens et de la mise en œuvre des solutions techniques pour réduire certaines accumulations d'accidents, mais de combiner ces actions techniques avec d'autres actions prises auprès des acteurs locaux en tenant compte des caractéristiques spatiales de l'espace urbain et socio-économiques des populations afin de changer le regard porté sur la sécurité.

La sensibilisation des élus au risque des populations des niveaux hiérarchiques est une étape essentielle pour qu'ils aient conscience des facteurs complexes du risque routier, pour réduire les inégalités sociospatiales face aux risques d'implication dans l'accident, trouvées sur les différents niveaux hiérarchiques.

Ce travail permet de cibler les populations ayant des risques plus forts afin de sensibiliser des élus à agir sur l'aménagement de la voie urbaine pour protéger ses habitants.

Vers une étude de l'impact du projet de l'aménagement et la nécessité de l'évaluation après la réalisation

Lors de l'organisation du réseau et de l'aménagement des voies urbaines, des diagnostics de l'insécurité routière et des études d'impacts venant à analyser les conflits potentiels, devraient être imposés par les gestionnaires du réseau en amont des projets d'aménagement afin d'améliorer la sécurité routière des différents usagers de l'espace public et de réduire l'inégalité du risque des différentes strates sociales. Ce travail a montré la complexité des facteurs de risque routier. Même si elle éclaire précisément les mécanismes explicatifs des inégalités, l'analyse a été menée exclusivement à partir du cas de l'agglomération lilloise et nécessiterait des confirmations par d'autres investigations.

Considérant la difficulté d'accès aux données et le temps nécessaire aux analyses des risques des populations habitant aux niveaux différents de la hiérarchisation du réseau viaire, ces connaissances ne peuvent venir que de la recherche. Le travail a pointé une certaine concordance spatiale entre les risques des habitants et l'insécurité de leurs niveaux hiérarchiques de résidence. En moyenne, un tiers des habitants a eu un accident sur les mêmes niveaux que leurs lieux d'habitation et la majorité des accidents survenus sont proches de chez eux. Même si une part importante du risque des habitants est donc occultée, réduire les différentes répartitions des accidents serait déjà une avancée importante. Dans les cas où la

hiérarchisation du réseau permet le réaménagement de voies et de leurs espaces publics, des diagnostics préalables sont nécessaires pour résoudre les problèmes d'insécurité existants. Ces diagnostics seraient utiles pour évaluer les aménagements quelques années après leur mise en service avec une démarche d'avant et d'après.

Dans les cas où la hiérarchisation du réseau revient sur des modules urbains originaux, des diagnostics des voies les plus risquées et des études d'impact par rapport à l'aménagement complet des espaces viaires sont indispensables pour répondre aux conflits de cohabitation du trafic et de vie locale et pour ne pas en créer de nouveaux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)., *A policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, 2001, 905 p.

ABDALLA I.M., *Statistical investigation and modelling of the relationships between road accidents and social characteristics*. Edinburgh, PhD de Mathématiques Napier University, 1997.

ABDALLA I.M., RAESIDE R., BARKER D., MCGUIGAN D.R.D., *An investigation into the relationships between area social characteristics and road accident casualties*, Analysis and Prevention, , vol. 29, n°5, 1997, pp. 583-593.

BADR Y., *Influence de l'environnement routier sur le comportement des conducteurs*. Thèse de doctorat en Transport, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1991, 381 p.

BAILEY T., GATRELL A., *Interactive spatial data analysis*. Longman Scientific and Technical, London, 1995, 413 p.

BARJONET P.E., CAUZARD J-P., FAURE A., *Du traitement politique et social de la sécurité routière*. Les annales de la Recherche Urbaine, n°41, 1991, p. 91-96. n°40, 1988, pp. 91-96.

BARRAND L., *Sécurité, mobilité et débat public. Quelle place pour acteurs sociaux ? Le cas de la sécurité routière et de l'aménagement urbain*. Thèse de doctorat en science de l'information et de la communication, Ecole Normale Supérieure de Fontenay-St-Cloud, 1997, 422p.

BEAUCIRE F., *La forme des villes et le développement durable*. In CERTU *La forme des villes. Caractériser l'étalement urbain et réfléchir à de nouvelles modalités d'action*. Lyon : CERTU, 2000, 178 p., pp. 88-99.

BEAUCIRE, F., BERGER, M., SAINT-GERAND, T., *L'accessibilité aux ressources de la ville dans les franges périurbaines de l'Ile-de-France*. Paris, Rapport de recherche pour le PREDIT- PUCA, 2001.

BEAUCIRE F., EMANGARD P-H., ALLARD M., *Les déplacements domicile-travail dans l'archipel nantais*. Transports urbains, n°96, 1997, pp. 5-12.

BEGUIN M., PUMAIN D., *La représentation des données cartographiques. Statistiques et cartographie*. Armand Colin, Paris, 1994, 192p.

BENEVOLO L., *Histoire de la ville*. Roquevaire : Parenthèses, 1983, 511 p.

BERNARD, P.M., LAPOINTE, C., *Mesures statistiques en épidémiologie*. Québec : Presses de l'Université du Québec, 1987, pp 85-104.

BLANCHER P., *Risque et densité*. Analyse de la recherche urbaine, n° 67, 1995, pp109-116.

BONNET, E., LASSARRE, S., *Analyse spatiale des déplacements des piétons en milieu urbain du point de vue des traversées afin d'évaluer l'exposition aux risques d'accident*. Territoire en Mouvement, Vol. 1, 2008, pp. 2-13.

BRENAC T., *Evaluation ex post de l'effet d'aménagements sur la sécurité de la circulation automobile. Test d'hypothèse et analyse de la vraisemblance s'appuyant sur la loi binomiale*. Les notes de M.A. n°01-10001, INRETS, 2001, 17 p.

BRENAC T., *L'analyse séquentielle de l'accident de la route*. Rapport INRETS, n°3, Arcueil : INRETS, 1997, 79 p.

BRENAC T., NACHTERGAËLE C., REIGNER H., *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention*. Rapport d'étude INTERS N° 256, 2003.

BRENAC T., MILLOT M., *Incidences des choix de planification urbaine sur l'insécurité routière. Revue critique de quelques résultats*. In FLEURY D. (éd.) *Gestion urbaine, sécurité routière et environnement, Actes des séminaires du projet SEGUR, 2001- 2002*. Actes INRETS n°86, Arcueil : INRETS, 2002, 221 p., pp. 41-52.

BRENAC T., FLEURY D., *Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications*. Recherche Transport et Sécurité, n°63, 1999, pp. 63-74.

BRENAC T., MEGHERBI B., *Diagnostic de sécurité routière sur une ville : intérêt de l'analyse fine de procédures d'accidents tirés aléatoirement*. Recherche Transport et Sécurité, n°52, 1996, pp. 59-71.

BRES A., *Le système des voies urbaines : entre réseau et espace*. Flux, n° 34, 1998, pp 4-20.

BRUNET, R., *La géographie, science des territoires et des réseaux*. Cahiers de géographie du Québec, Vol. 39, n° 108, 1995, pp. 477-482.

BRUNET, R., FERRAS, R., THERY, H., *Les Mots de la Géographie. Dictionnaire critique*. Montpellier-Paris, Reclus et La Documentation Française, 1993, 519p.

BUCHANAN C., *Traffic in towns. A study of the long term problems of traffic in urban areas*. Reports of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport. London and Dunstable, Waterlow & Son Ltd, 1963, 224 p.

CARRE J R., *La bicyclette : un mode de déplacement méconnu dans ses risques comme dans son usage*. Recherche Transport Sécurité, n° 49, 1995, pp 5-18.

CERDA, I., *La théorie générale de l'urbanisation, présentée et adaptée par Antonio Lopez de Aberasturi*. Paris, Le Seuil, 1979, 248p. (1^e édition en 1867).

CERTU., *La prise en compte des deux-roues motorisés dans l'aménagement*. Fiche n° 16. Lyon : CERTU, 2009, 6p.

CERTU., *Sécurité et hiérarchie des voies urbaines*. Fiche n° 11. Lyon : CERTU, 2008, 6p.

CERTU., *Enquête ménages-déplacements « standard CERTU »*. Coll. n° 72, Lyon, 2008a.

CERTU., *Zone 30 : des exemples à partager*. Lyon : CERTU, 2006, 147p.

CERTU., *Déplacements et politique de la ville : articuler les cultures professionnelles*. Rapport d'étude. Lyon : CERTU, 2003, 112p.

CERTU., *Les zones 30 en France : bilan des pratiques en 2000*. Rapport d'étude. Lyon : CERTU, 2003a, 73p.

CERTU., *Recommandations pour les aménagements cyclables*. Lyon : CERTU, 2000, 107 p.

CERTU., *Catégorisation des voies urbaines et sécurité routière*. Rapport d'Etude CERTU, 1997, 61p.

CERTU., *Les zones 30 : des quartiers à vivre*. Fiche. Lyon : CERTU, 1995, 6p.

CERTU., *Ville plus sûre, quartiers sans accidents. Réalisations et évaluations*. Lyon : CERTU, 1994, 254 p.

CERTU, CETE MEDITERRANEE, *Projet urbain et sécurité des déplacements. Exemple de quatre quartiers en rénovation urbaine*, Lyon, CERTU, 2008.

CERTU., CETE Nord-Picardie., Commission Européenne., *Lien entre forme urbaine et pratique de mobilité : les résultats du projet Sésame*. Lyon : CERTU, 1999, 91p.

CETE Normandie-Centre., *Sécurité routière et urbanisme*. Document de travail. Avril 2000.

CETUR., *Guide zone 30. Méthodologie et recommandations*. Bagneux : CETUR, 1992, 64 p.

CETUR., *Ville plus sûre, quartiers sans accidents. Savoir-faire et techniques*. Bagneux : CERTU, 1990, 318 p.

CETUR., *Guide général de la voirie urbaine. Conception, aménagement, exploitation*. Bagneux : CERTU, 1988, 197 p.

CHALAS Y., COUIC M-C., DUARTE P., TORQUE H., *Urbanité et Périphérie. Connaissance et reconnaissance des territoires contemporains*. Paris, Plan Construction et Architecture, 1997, 194p.

CHALINE, C., DUBOIS-MAURY, J., *Les risques urbains*. Paris, Armand Colin, 2004.

CHAPMAN, R., *The concept of exposure*. Accident Analysis Prevention, 1973, Vol. 5, n° 2, pp. 95-110.

CHARMES E. *La séparation de l'habitat et du trafic*. Urbanisme, 2000, n°315, pp. 56 67.

CHARMES E. *Les ambiguïtés du rejet du trafic hors des espaces résidentiels*. Villes en parallèle, 2001, n°32-33-34, "La ville aujourd'hui entre public et privé", pp. 192-198.

CHOAY F. *Le règne de l'urbain et la mort de la ville*. In DETHIER J., GUIHEUX A. (ss la dir.) *La Ville, art et architecture en Europe 1870-1993*. Paris : Centre Georges Pompidou, 1994, 467 p.

CHOAY F., *De la ville à l'urbain*. Urbanisme, n°310, 1999, pp. 6-8.

CLABAUX, N., BRENAC, T., *Scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons et perspectives pour leur prévention*. Rapport INRETS, n° 274, Bron : INRETS, 2010, 312p.

COLLET C., *Systèmes d'information géographique en mode image*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1992, 227p.

DENEGRE J., SALJE F., *Les systèmes d'information géographique*. Presses Universitaires de France, « Que-sais-je », Paris, 1996, 127p.

DÉSIRÉ J-C., FLEURY D., MONTEL M-C., *Gestion de la ville et sécurité routière. Le cas de la métropole lilloise*, Rapport INRETS, N° 238, 2001, 164p.

DOUGHERTY G., PLESS B., WILKINS R., *Social Class and the Occurrence of Traffic Injuries and Deaths in Urban Children*. Canadian Journal of Public Health, vol 81, 1990, pp. 204-209.

DUBOIS-TAINE G., CHALAS Y., *La ville émergente*. Editions de L'Aube, La Tour d'Aigues, 1997, 285 p.

DUPUY G., *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostics, traitements*. Edition Anthropos- Economica, Collection Villes, Paris, 1999, 162 p.

DUPUY G., *L'auto et la ville*, Flammarion, Paris, 1995a, 125p.

DUPUY G., *Les territoires de l'automobile*. Edition Anthropos- Economica, Collection Villes, Paris, 1995b, 216p.

DUPUY G., *L'urbanisme des réseaux. Théories et Méthodes*. Armand Collin, Paris, 1991, 198 p.

DUPUY G., *Systèmes, réseaux et territoires. Principes de réseautique territoriale*. Paris : Presses des Ponts et Chaussées, 1985, 168 p.

EDWARDS P., GREEN J., ROBERTS I., GRUNDY, C., LACHOWYCS, K., *Deprivation and road safety in London. A report to the London Road Safety Unit*. London, LSHTM, 2006.

ESCOFIER B., PAGES J., *Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation*. Dunod, Paris, 1998, 284p.

FAURE, A., GARNIER, F., 1994, *Les jeunes, les grands ensembles et la sécurité routière*, Paris, Rapport de Arch'urba pour la DRAST (Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques), 1994.

FERRANDEZ F., *Analyse des accidents. Infrastructure et sécurité*. Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 185, 1993.

FERRANDEZ F., FLEURY D., MALATERRE G. *L'étude détaillée d'accidents (EDA), une nouvelle orientation de la recherche en sécurité routière*. Recherche Transport et Sécurité, n°9-10, 1986, pp. 17-20.

FERRANDEZ F., FLEURY D., Recherche de méthodes d'analyse des accidents a un niveau global en zone urbaine. Cahier d'Études n° 61, ONSER, Paris, 1984, 21p.

FERRANDEZ F., FLEURY D., MALATERRE G. *Dossier guide sur une procédure d'analyse des zones d'accumulation d'accidents en agglomération*. Cahier d'étude n°48, ONSER, 1979.

FLEURY, D., *Ville et réseaux de déplacements. Vers un métier de la sécurité routière ?*. Arcueil : INRETS - Synthèse de l'INRETS n° 49, 2005, 86p.

FLEURY D., (éd.) *Gestion urbaine, sécurité routière et environnement, actes des séminaires du projet SEGUR, 2001-2002*. Actes INRETS n°86, Arcueil : INRETS, 2002, 221 p.

FLEURY D., *Sécurité et urbanisme. La prise en compte de la sécurité routière dans l'aménagement urbain*. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1998, 299 p.

FLEURY D., PEYTAVIN J.-F., GODILLON S., SAINT-GERAND T., MEDJKANE M., BENSAID K., BEAUMONT A., *Approche Territoriale et Socio- Economique du Risque Routier*. Salon de Provence, Rapport de recherche de l'IFSTTAR, 2011.

FLEURY D., PEYTAVIN J.-F., ALAM T., GODILLON S., SAINT-GERAND T., MEDJKANE M., BLONDEL C., BENSAID K., MILLOT M., *Disparité des Espaces du Risque Routier*. Salon de Provence, Rapport de recherche de l'INRETS, 2009.

FLEURY D., REGNIER H., SEHIER J.-L., *Sécurité routière et aménagement. Quel niveau territorial, quels acteurs pour quelle décision publique ?* Cahiers Risques Collectifs et Situations de Crise, N°6, Grenoble, MSH-Alpes, 2006, 47 p.

FLEURY, D., *Questions de recherche pour une intégration de la sécurité routière en ville. Le projet SEGUR*. Actes de l'INRETS, n° 86, 2002, pp. 15-26.

FLEURY D., JOURDAN Y., CADIEU J-P. *Conception d'un plan de sécurité pour la ville de Rennes*. Rapport INRETS n°199, Arcueil : INRETS, 1995, 167 p.

FLEURY D., DUBOIS D., FLIN C., PEYTAVIN J-F., *Catégorisation mentale et sécurité des réseaux*. Rapport INRETS n°146, Arcueil : INRETS, 1991, 98 p.

FOUCHIER V., *Intervenir sur les densités urbaines pour limiter l'usage de l'automobile*. In CERTU *La forme des villes. Caractériser l'étalement urbain et réfléchir à de nouvelles modalités d'action*. Lyon : CERTU, 2000, 178 p., pp. 40-61.

FOUCHIER V. *Les densités urbaines et le développement durable. Le cas de l'Île-de- France et des villes nouvelles*. Paris : Edition du Secrétariat général du groupe central des villes nouvelles, 1997, 212 p.

GALLAND J.P., *Trois façons d'appréhender la sécurité routière. Conquête de la sécurité, gestion des risques*. C. Dourlens, J.P Galland, J. Theys, P. A Vidal-Naquet (éds). Paris, L'Harmattan, 1991, 300p.

GALLEZ C., ORFEUIL J P., *Dis-mois où tu habites, je te dirai comment tu te déplaces*. Données urbaines, vol 2, (dir. Pumain D. et Mattei M.F.), coll. Villes, ed. Economica, Paris, 1998, pp. 157-166.

GRAIS B., *Méthodes Statistiques*. Dunod, Paris, 1992, 401 p.

GRENIER A., *La production des espaces communs sous l'éclairage de la sécurité routière, une analyse anthropo-technique d'organisation stratégique*. Thèse de doctorat en Aménagement de l'espace et urbanisme, Université de Paris X Nanterre, 1999, 810 p.

HÄKKINEN S., *Accident theories*. *Acta psychologic Fennica*. Vol VI, biblio, Helsinki, 1979, pp. 19-28.

HERNANDEZ F., *Le processus de planification des déplacements urbains entre projets techniques et modèles de ville*. Thèse de doctorat en Aménagement de l'espace et urbanisme, Université d'Aix-Marseille III (Institut d'Aménagement Régional), 2003, 351 p. + annexes.

HERNANDEZ F., REIGNER H., LUCAS J., RUSCHER C., *La prise en charge locale de la sécurité routière en quête d'acteurs et d'outils. Quelle place pour la sécurité routière dans les PDU-SRU ?* Rapport de convention INRETS/DRAST, 2005, 90p.

HUGUENIN-RICHARD F., *Approche géographique des accidents de la circulation : propositions de modes opératoires de diagnostic*. Thèse de doctorat en Géographie, Université de Franche-Comté, Besançon, 2000, 322 p.

KAUFMANN V., JEMELIN C., GUIDEZ J-M. *Automobile et modes de vie urbains : quel degré de liberté ?* Paris : La Documentation Française, 2001, 167 p.

KAUFMANN V., *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines. La question du report modal*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Science, Technique, Société, 2000, 252 p.

KIM K., LEVINE N., *Using GIS to improve highway safety*. *Computer, Environment and Urban Systems*, vol. 20, n° 4/5, 1996, pp. 289-302.

LACONTE P., *Un espace urbain pour tous*. Cahiers de l'IAURIF, n° 114, 1996, pp. 121-128.

LAGARDE D., SERVEILLE J., *Introduction à la sécurité routière*. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1991, 193p.

LE BRETON P., *Méthodologie de détection des zones à aménager en priorité*. SETRA, Bagneux, 1997.

LE CORBUSIER., *Sur les quatre routes : l'automobile, l'avion, le bateau, le chemin de fer, comment réaménager notre territoire*. Denoël Gonthier, 1970.

LE CORBUSIER., *La Charte d'Athènes*. Paris : Editions de Minuit, 1958 [1ère édition : 1943].

LENTACKER M-P., *Les caractères de la géographie urbaine à Lille-Roubaix Tourcoing*. *Revue du Nord*, 1952.

LEPLAT, J., *Cause et risque dans l'analyse des accidents*. *Revue Roumaine de Psychologie*, Vol. 39, n° 1, 1995, pp. 9-24

LMCU (Lille Métropole et Communauté Urbaine)., *Enquête-ménages Déplacements réalisée dans la communauté urbaine de Lille en 2006*. Rapport de Synthèse : LMCU, 2007, 130 p.

MASSOT M H., *Espace de vie – Espace de Travail*. Données urbaines, Économica, Vol n° 2, Paris, 1998, pp 147-156.

MEDJKANE, M., *L'espace des risques routiers : apports conceptuels et méthodologiques de la géographie aux problématiques territoriales de sécurité routière*, thèse de doctorat en Géographie, Université de Basse Normandie, 2011.

MENERAULT P. *Dynamique des réseaux viaires et mécanismes d'appropriation, Géographie de l'automobile et aménagement des territoires*. Actes de séminaire, INRETS, Arcueil, pp.133-144.

MENERAULT P., *Contribution à une analyse morphologique des réseaux viaires*. Flux, n°16, 1994, pp.49-67.

MENERAULT P., *Réseaux de transports et solidarités territoriales en milieu urbain*. Thèse de doctorat en Urbanisme, Université de Paris XII (Institut d'Urbanisme de Paris), 1991, 420 p.

MERLIN P., *Y a-t-il un « modèle » français ?* Urbanisme, n°301, "Les villes « nouvelles »", 1998a, pp. 91-93.

MERLIN P., *La mobilité urbaine : données et analyses*. données urbaines – vol 2, Économica, Paris, 1998b, pp. 139-146.

MERLIN P., *La croissance urbaine*. Coll. Que sais-je ? Ed. Paris : Presses Universitaires de France, 1994, 128 p.

MERLIN P. *Les villes nouvelles en France*. Coll. Que sais-je ? Paris : Presses universitaires de France, 1991, 127 p.

MERLIN, P., CHOAY, F., *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris, Presses Universitaires de France, 2000, (1e édition en 1988).

MIGNOT D., ROSALES-MONTANO S., *vers un droit à la mobilité pour tous. Inégalités, territoires et vie quotidienne*. Paris, La documentation Française, 2006.

MILLOT M., *Projet urbain et sécurité des déplacements. Exemple de 4 quartiers en rénovation urbaine*. Rapport d'étude, CERTU et CITE MEDITERRANEE : Lyon, 2008, 97p.

MILLOT M., *Développement urbain et insécurité routière : l'influence complexe des formes urbaines*. Mémoire de thèse en Transport, ENPC, 2003, 416 p.

MILLOT M., BRENAC T. *Analyse qualitative et modélisation de l'influence des caractéristiques des voiries urbaines et de leur environnement sur les phénomènes d'accidents. Une première approche*. Bulletin du Laboratoire des Ponts et Chaussées, n°232, 2001, pp. 5-18.

MUMFORD L., *La cite à travers l'histoire*. Coll. Esprit, Ed. du Seuiln, 1964, 781p.

MURRAY A., *The home school background of young drivers involved in traffic accidents*. Accident Analysis and Prevention, vol 30, n°2, 1998, pp. 169-182.

NEWMAN P et KENWORTHY J., *Formes de la ville et transport : vers un nouvel urbanisme*. Cahiers de l'AURIF, n° 114, 1996, pp. 99-109.

OCDE., *Gestion intégrée de la sécurité routière en zone urbaine*. Paris, 1990, 131 p.

OCDE., *Programmes intégrés de sécurité routière*. Paris, 1984, 103 p.

OCDE., *Sécurité de la circulation en zones résidentielles*. Paris, 1979, 123 p.

OFFNER J-M., *Observatoire des processus politiques de production des plans de déplacements urbains*. Séminaire PREDIT, LATTIS ENPC. Marne la Vallée, 2001.

ONISR., *La sécurité routière en France : bilan de l'année 2012*, Paris, La Documentation française.

ORFEUIL J.P. (sous la dir.), *Transports, pauvretés, exclusions. Pouvoir bouger pour s'en sortir*. La Tour d'Aigues, Editions de l'Aube, 2004.

ORSELLI J., *La comparaison internationale en sécurité routière. Une nouvelle méthode "quantitative"*. Annales des Ponts et Chaussées, n° 101, 2002, p. 57-65.

ORFEUIL J P., *Mobilité urbaine et politique de logement*. La Jaune et la Rouge, 1998, pp. 25-29.

ORFEUIL J-P., *Qui paye quoi, pour aller où ? La mobilité dans la ville éclatée*. La Jaune et la Rouge, 1997, pp. 25-28.

ORFEUIL J P., *La mobilité dans les aires métropolitaines*. Colloque du MELT "Les enjeux de la mobilité urbaine", 19-20 juin 1996, 6 p.

ORFEUIL J P., *Je suis l'Automobile*. Editions de L'Aube, 1994, 90 p.

PARIS D., STEVENS J-F., *Lille et sa région urbaine. La bifurcation métropolitaine*. Paris : L'Harmattan, 2000, 265 p.

PATTE L., LESAGE P. *Catégorisation des voies urbaines et sécurité routière*. Rapport d'étude : CERTU, CETE Lyon, CETE Normandie-centre, 1997, 57 p.

PINOL J-L., *Atlas historique des villes de France*. Paris : Hachette, 1996, 318 p.

PINOL J-L., *Le monde des villes au XIXe siècle*. Paris : Hachette, 1991, 230 p.

RASMUSSEN J., *Risk mangement in a dynamic society : a modeling problem*. Safety Science vol, 27, n° 2/3, Elsever Science Ltd, Great Britain, 1997, pp 183-213.

REIGNER H., HERNANDEZ F., *Les actions de sécurité routière des PDU-SRU au prisme des politiques locale de transport et de déplacements*. Rapport INRETS n° 271, 2007, 126p.

REIGNER H., Existe-t-il UNE politique de sécurité routière ? Que peut apporter l'analyse des politiques publiques à la question de la mise en œuvre de la sécurité routière ? In Fleury D. (Dir.), *Gestion Urbaine, Sécurité Routière et Environnement. Actes des séminaires du projet SEGUR 2001-2002*, Actes INRETS n° 86, 2002, pp. 199-213.

REMY J., VOYE L., *La ville : vers une nouvelle définition ?* Paris : L'Harmattan, Coll. Villes et entreprises, 1992, 173 p.

SAINT-JULIEN T., *Quantitatif et qualitatif dans l'approche géographique : la modélisation en question, Logiques de l'espace, esprit des lieux*. Géographies à Cerisy, 2000, pp. 141-152.

SALEM G., *Géographie de la santé*. Cahiers Santé, Vol 8, 6, 1998, pp 419-469

SALEM, G., *Géographie de la santé, santé de la géographie*. Espaces, populations, sociétés, Vol. 1, 1995, pp. 25-30.

SALEM G., RICAN S., SIMON M., CHARRAUD A., *Hiérarchie urbaine et densités médicales*. In. Mattei MF, Pumain D [Coord.]. *Données urbaines n°3*. Paris : Anthropos, 2000, pp 261-275.

SETRA-CERTU., *Sécurité des routes et des rues (SRR)*. Guide technique, Bagneux, 1992, 436p.

SERVANT L., *l'automobile dans la ville : l'envers d'un indéniable succès*. Cahiers de l'IAURIF, n° 114, 1996, pp. 7-21.

STEIN C.S., *Towards new towns for America*. New York: Reinhold, 1957.

STRANSKY V., *Forme et fonction d'un réseau. Cas de la voirie urbaine de desserte locale*. Thèse de doctorat en Urbanisme et Aménagement, Université Paris XII, Val- de-Marne, 1995, 458 p.

VAN ELSLANDE P., ALBERTON L., NACHTERGAËLE C., BLANCHER G., *Scénarios types de production de l' "erreur humaine" dans l'accident de la route*. Rapport INRETS N°218, Arcueil : INRETS, 1997, 180 p.

VIGNERON E., *Géographie et statistique*. Presses Universitaires de France, Paris, 1997, 127p.

VILMIN T., *L'aménagement urbain en France. Une approche systémique*. Lyon : CERTU, 1999, 250 p.

WIEL M., *Ville et automobile*. Paris : Descartes et Cie, 2002, 140 p.

WIEL M., *Modèles relationnels entre transport et urbanisme*. Urbanisme, n°306, 1999, pp. 62-64.

YERPEZ J. *La prise en compte de la sécurité routière dans les déplacements urbains, les cas d'Aix-en-Provence et de Marseille*. Rapport de convention DSCR-INRETS n° 99-70-013, Etude n° 13, 2001, 65p. + annexes.

YERPEZ J., *Le risque routier dans la ville*. Anthropos-Economica, Paris, 1998, 226p.

ZAMBON, F., HASSELBERG, M., *Socioeconomic differences and motorcycle injuries: age at risk and injury severity among young drivers. A swedish nationwide cohort study*, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 38, 2006, pp. 1183-1189.

ANNEXES

Annexe I :

Voies sélectionnées dans les trois terrains étudiés réparties selon leurs niveaux hiérarchiques

Annexe II:

Méthode d'estimation des populations des niveaux hiérarchiques en SIG

Annexe III :

Questionnaire préparé pour coder les PV d'accidents dans le logiciel « Sphinx Plus2 ».

Annexe IV :

Répartition des Professions et des catégories socioprofessionnelles selon L'INSEE

Annexe V :

Variables déterminant les profils des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents

Annexe VI :

Scénarios types d'accidents corporels en milieu urbain.

Annexe VII :

ACP et CAH des modalités des variables des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques du réseau.

Annexe VIII :

Distribution géographique des accidents des impliqués dans les accidents de la circulation habitant des niveaux hiérarchiques différents.

Annexe I: Voies sélectionnées dans les trois terrains étudiés reparties selon leurs niveaux hiérarchiques

Lille - Niveau 2 BOULEVARD DE LA MOSELLE BOULEVARD DU PRESIDENT HOOVER BOULEVARD VAUBAN (2) BOULEVARD DE STRASBOURG	RUE DES CARLIERS RUE DES FRANCS RUE DU HALOT (2)	Roubaix – Niveau 3 AVENUE ALFRED MOTTE AVENUE GUSTAVE DELORY AVENUE JEAN JAURES AVENUE ROGER SALENGRO BOULEVARD DU GENERAL DE GAULLE BOULEVARD DU GENERAL LECLERC BOULEVARD GAMBETTA BOULEVARD DE METZ BOULEVARD DE STRASBOURG RUE D AVELGHEM RUE BELL RUE DE LANNOY (3) GRANDE RUE (3) RUE PIERRE DE ROUBAIX
	Tourcoing – Niveau 3 PLACE DE LA VICTOIRE RUE DE CHANTILLY RUE DE L YSER RUE DE LA CLOCHE (3) RUE DE LA FIN DE LA GUERRE RUE DE PARIS RUE DELOBEL RUE DU DOCTEUR DEWYN RUE DU DRAGON RUE JEAN FROISSART RUE NATIONALE RUE THIERS	
	Lille – Niveau 3 BOULEVARD BIGO DANIEL BOULEVARD DE LA LIBERTE BOULEVARD JEAN BAPTISTE LEBAS BOULEVARD MONTEBELLO RUE DE LA BASSEE RUE DE TURENNE	
	Lille - Niveau 4 AVENUE DU PEUPLE BELGE AVENUE DU PRESIDENT KENNEDY RUE COLBERT (4) RUE D INKERMANN RUE DE DOUAI RUE DE PARIS (4) RUE DE VALMY RUE DES POSTES RUE DU LONG POT RUE GANTOIS (4) RUE HENRI REGNAULT	
	Tourcoing – Niveau 4 RUE ACHILLE TESTELIN RUE COLBERT (4) RUE D AVESNES RUE DE BOULOGNE RUE DE LA CROIX ROUGE (4) RUE DE RONCQ (4) RUE DU BLANC SEAU RUE DU BRUN PAIN RUE DU FLOCON RUE Du GENERAL SOUHAM RUE DU SENTIER RUE DU TILLEUL (4) RUE WINOC CHOCQUEEL (4)	
Lille - Niveau 5 RUE BARTHELEMY DELESPAUL RUE BOUIRGNON RUE CHATEAUBRIAND RUE COLBERT (5) RUE COLSON RUE D AUSTERLITZ RUE DE BOURGOGNE RUE DE COLMAR RUE DE FLEURUS RUE DE LA HALLE RUE DE LA PAIX D UTRECHT RUE DE LA RENAISSANCE RUE DE LA VIEILLE AVENTURE RUE DE LENS RUE DE PARIS (5) RUE DES BOIS BLANCS (5) RUE DE BAILLEUL RUE DE FONTENOT RUE DE PUEBLA RUE DE RATISBONNE RUE DE SECLIN RUE DE TREVISE RUE GAUTHIER DE CHATILLON RUE JACQUEMARS GIELEE RUE PAUL LAFARGUE	Roubaix – Niveau 4 BOULEVARD D ARMENTIERES RUE D INKERMANN RUE DE L ALMA RUE DE L HOMMELET RUE DU COQ FRANÇAIS RUE DU GRAND CHEMIN AVENUE JEAN BAPTISTE LEBAS RUE HENRI DUNANT RUE DE L HOSPICE RUE DE LANNOY (4) RUE JOUFFROY	Roubaix – Niveau 5 RUE DU COLLEGE RUE D AECHIMEDE RUE DE L INDUSTRIE RUE DU GENERAL CHANZY RUE SAINT ANTOINE RUE SAINT MAURICE RUE DE LANNOY (5) RUE DE BLANCHEMAILLE GRANDE RUE (5) RUE MONGE
	Tourcoing – Niveau 5 RUE ALBERT CALMETTE RUE CARNOT RUE CATTEAU RUE COLBERT (5) RUE DE BAVAI RUE DE BOTTROP RUE DE L EPIDEME RUE DE L ERMITAGE RUE DE LA CROIX ROUGE (5) RUE DE LA POTENTE RUE DE LILLE (5) RUE DE NANCY RUE DE RONCQ (5) RUE DE TOURNAI RUE DE VERDUN RUE DES PHALEMPINS RUE DES URSULINES RUE DU HALOT (5) RUE DU LUXEMBOURG RUE DU MOULIN FAGOT RUE DU TILLEUL RUE DU TOUQUET RUE DU VIROLOIS RUE WINOC CHOCQUEEL (5)	
	Lille - Niveau 2 AVENUE DE LA MARNE CHAUSSÉE DENIS PAPIN CHAUSSÉE FERNAND FOREST CHAUSSÉE GRAMME CHAUSSÉE MARCELIN BERTHELOT CHAUSSÉE PIERRE CURIE CHAUSSÉE WATT	
	Tourcoing – Niveau 2 AVENUE DES NATIONS UNIES RUE D ALSACE	
	Roubaix – Niveau 2 AVENUE DES NATIONS UNIES RUE D ALSACE	

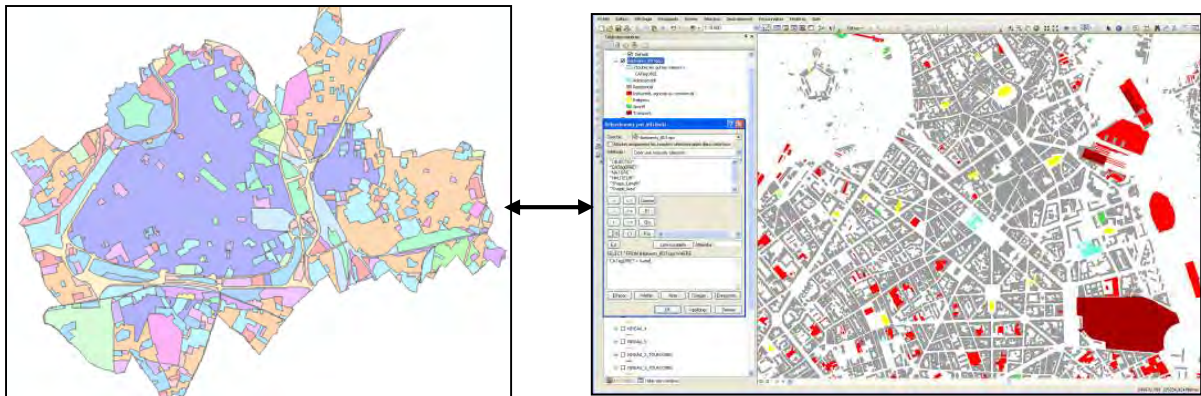
Annexe II: Méthode d'estimation des populations des niveaux hiérarchiques en SIG

Le processus dans l'ArcGIS est constitué des étapes suivantes :

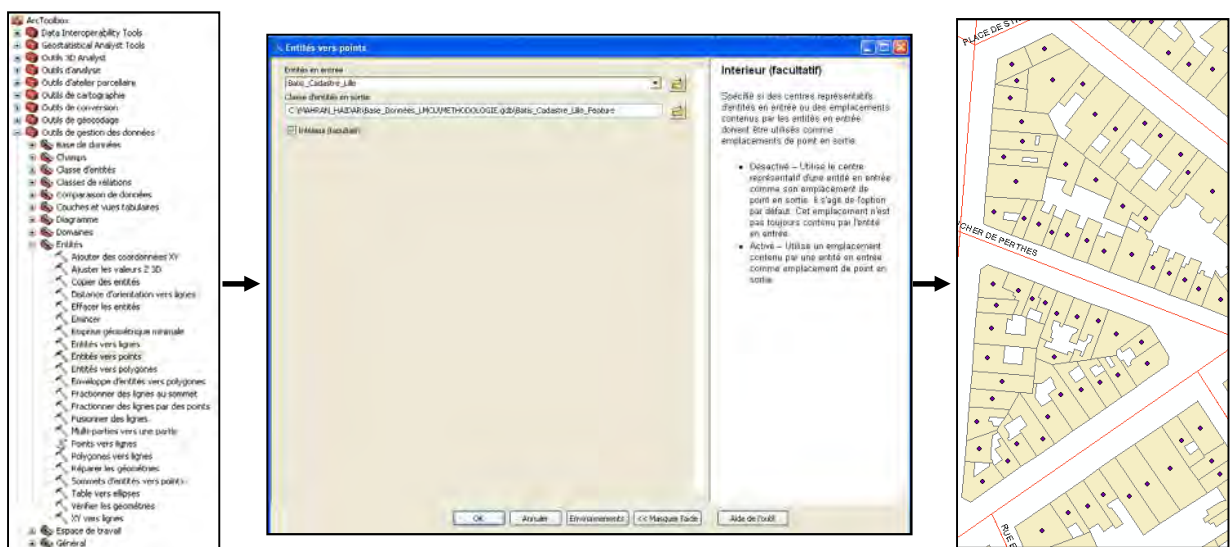
- Sélectionner les bâtiments de catégorie « Autre » de la base de donnée bâtiments « BDTopo » :

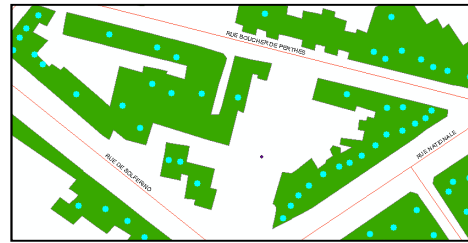
Sélectionner par attributs → catégorie = Autres

- Croiser les Bâtiments « Autre » avec les Plan d'occupation des sols/Plan local d'urbanisme permet de différencier les bâtiments résidentiels et les emprises hospitalières, universitaires/écoles, bureaux, ... des bâtiments catégorie « Autre ».



- Croiser les bâtiments résidentiels avec les bâtiments « Cadastres » permet d'affecter les bâtiments résidentiels dans la base Cadastre et de les importer l'hauteur moyenne des bâtiments.
- transfère les polygones « Bâtiments Cadastres » vers leur centroïde (Polygone → Points).



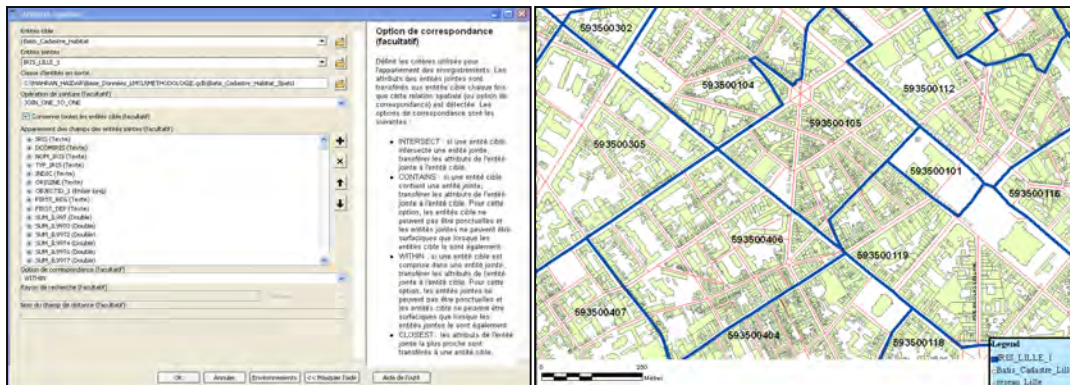


- Une jointure spatiale (Bâtiment cadastraux ↔ Bâtiments BD Topo)

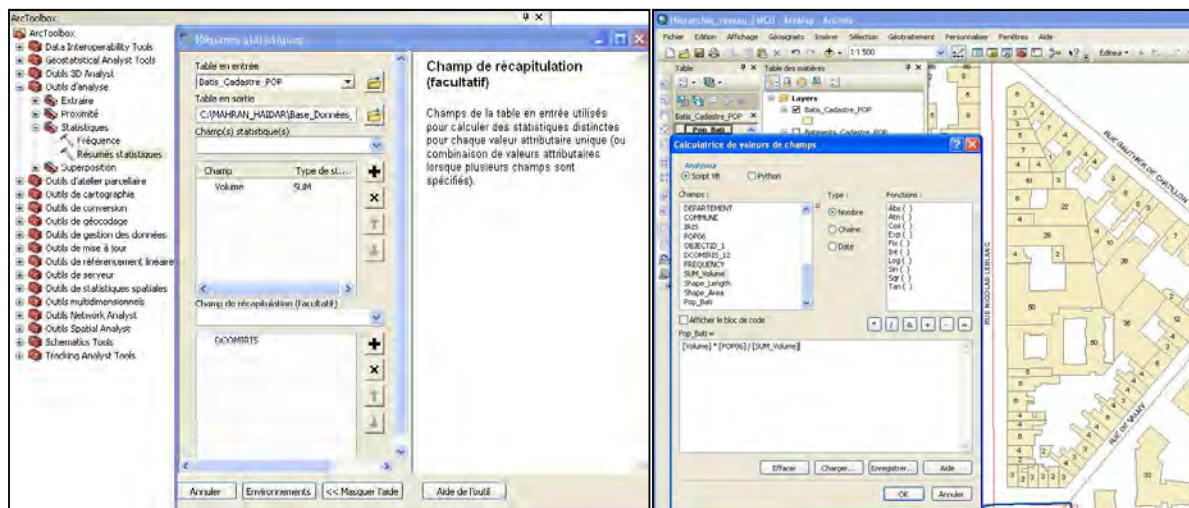


- 234

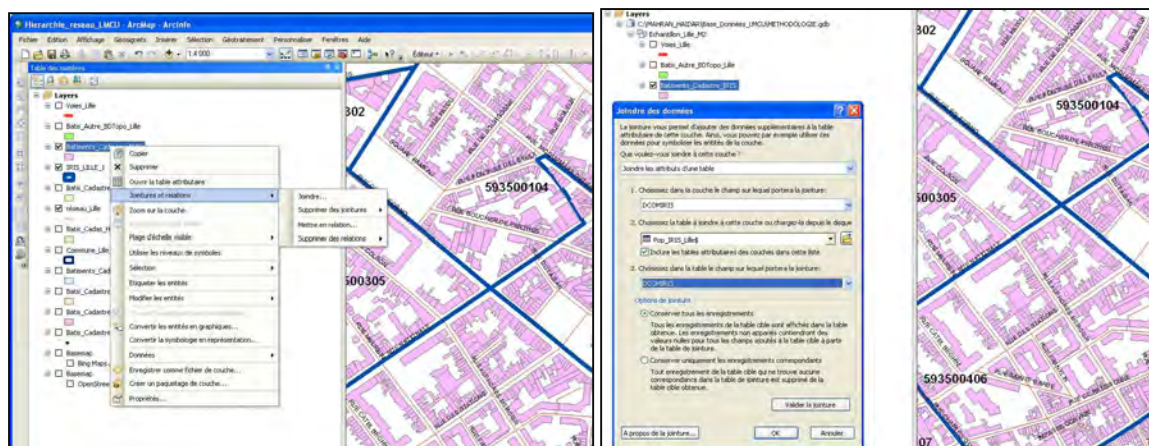
- regrouper les bâtiments par les IRIS correspondants. En Arc GIS : Outils d'analyse/ Superposition/ Jointure spatiale/ Option de correspondance (WITHIN)



- Calculer la somme des volumes des bâtiments par IRIS. En ArcGIS, « résumés statistiques ».



- Utiliser les données de recensement de l'INSEE au niveau de L'IRIS pour estimer la population de bâtiments. En ArcGIS : Joindre la table attribut de bâtiments Cadastraux avec le recensement de population de l'INSEE en 2006 (données construites dans un fichier type Excel).



– L'estimation de population de chaque bâtiment sera selon la relation suivante :

$$N_i = \frac{P * V_i}{V}$$

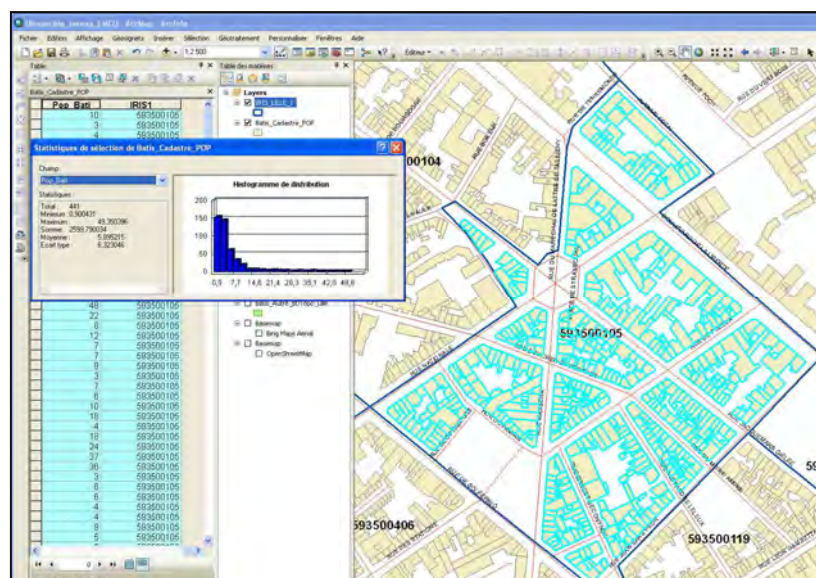
Où : N_i : nombre d'habitants du bâtiment (i).

P : population de l'IRIS (j).

V_i : volume du bâtiment (i).

V : somme des volumes de bâtiments de l'IRIS (j).

Par exemple : la population de l'IRIS de numéro 593500105 est de 2600, identique à ce qui est dans les données de l'INSEE.



1	Données infra-communales - Population												
2	France - IRIS (lots regroupés pour l'information statistique)												
3	Découpage géographique au 01/01/2008												
4	© Insee	Source : Insee, Recensement de la population 2006 exploitations principale et complémentaire											
5	IRIS	Région	Département	Unité urbaine	Commune ou ARM	Libellé commune ou ARM	TRIRIS	Grand quartier	Libellé de l'IRIS	Type d'IRIS	Modification de l'IRIS	Label de l'IRIS en 2006	Population en 2006 (princ)
6	IRIS	REG	DEP	UU1999	COM	LIBCOM	TRIRIS	GRD_QUART	LIBIRIS	TYP_IRIS	MODIF_IRIS	LAB_IRIS	P06_POP
29397	593500104	31	59	59702	59350	Lille	591591	5935001	île centre 4	H	3	1	2735
29398	593500105	31	59	59702	59350	Lille	591591	5935001	île centre 5	H	3	1	2600

-
- les bâtiments cadastres construits dans les Parcelles
- PARCELLE_Lille1
- BATIMENT_Lille

[illegible]

237

Variable	Libellé	Modalités de réponse / Contrôles
Identifiant et liens		
1. ID	ID	
2. ZEUS	ZEUS	
3. Date_accident	Date_accident	jj/mm/aaaa
4. Heure_accident	Heure_accident	HH:MM:SS
5. Adresse_accident	Adresse_accident	
6. Commune	Commune	
7. Code_Postal	Code_Postal	
8. N°PV	N°PV	
9. Code unité	Code unité	
10. Nombre_implicq	Nombre_implicq	
Caractéristiques de la voie accident		
11. Niveau de hiérar	Niveau de Voie acci	1, 2, 3, 4, 5
12. Catégorie	Catégorie Voie acci	Voie communale, Voie départementale, Voie nationale, Autoroute, Autre
Caractéristiques de l'impliqué		
13. LettrePV	LettrePV	
14. Type_usager	Type_usager	Conducteur, Passager, Piéton
15. Sexe	Sexe	Masculin, Féminin
16. Age	Age	
17. Date_naissance	Date_naissance	jj/mm/aaaa
18. N°rue	N°rue	
19. Rue	Adresse domicile	
20. Code_Postal-adri	Code_Postal-adresse	
21. Communeimpliq	Communeimpliq	
22. CSP_en_cle	CSP_en_cle	
23. CSP_implicq	CSP_implicq	Artisans, Commerçants et assimilés, Chefs d'entreprise de 10 salariés ou plus, Professions libérales et assimilés, Cadres de la fct publique, professions
24. Actif_non_actif	Actif_non_actif	Actif, Chômeur, Sans emploi, Retraité, Étudiant, lycéen, collégien, Autre
Caractéristiques de la voie impliquée		
25. Niveau de voie_li	Niveau de voie impl	1, 2, 3, 4, 5
26. Catégorie de voie	Catégorie de voie impl	Voie communale, Voie départementale, Voie nationale, Autre
Caractéristiques du véhicule		
27. Type_véhicule	Type_véhicule	Bicyclette, Cyclomoteur, Moto, Véhicule léger, Véhicule utilitaire, Poids lourd, Transport en commun, Autre
28. Appartenance	Appartenance	Conducteur, Véhicule volé, Propriétaire consentant, Administration, Entreprise, Location, Autre, Passager
29. Puissance	Puissance	
30. Datepermis	Datepermis	jj/mm/aaaa
Trajet		
31. Trajet	Trajet	Domicile travail, Domicile école, Course achat, Utilisation professionnelle, Promenade loisirs, Autre
Comportement de l'impliqué et conséquences de l'accident		
32. Taux_Alcool1	Taux_Alcool1	Négatif, Positif, Non effectué
33. Scénario_accide	Scénario_accident	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10, Dui, Nui
34. Doute_sur_scén	Doute_sur_scénari	
35. Scénario_accide2	Scénario_accident2	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10, Indommé, Mineurs, Modérée, Sévère, Très sévère, Mortelle
36. Infractions	Infractions	Défaut d'assurance, Délit de fuite, Permis périmé, Permis suspendu, Permis catégorie non valable, Sans permis, Alcoolémie illégale, Vitesse excess
37. Infractionsacci	Infractionsacci	Défaut d'assurance, Délit de fuite, Permis périmé, Permis suspendu, Permis catégorie non valable, Sans permis, Alcoolémie illégale, Vitesse excess
38. Comportements	Comportement	Non respect arrêt stop ou balise, Non respect arrêt feu, T à D au feu rouge, Utilisation passage piéton, Utilisation trottoir, Non respect arrêt feu, T à D
39. ComportementsA	ComportementsAutre	Non respect arrêt stop ou balise, Non respect arrêt feu, T à D au feu rouge, Utilisation passage piéton, Utilisation trottoir, Non respect arrêt feu, Non r
40. Gravité_implicq	Gravité_implicq	Indommé, Mineurs, Modérée, Sévère, Très sévère, Mortelle
41. Territoire_corpor	Territoire_corpor	Tête, Face, Cou, Thorax, Abdomen, Colonne vertébrale, Membres supérieurs, Membres inférieurs, Indommé, Blessé, Blessé grave, Blessé très grave, Mortelle
42. Gravité_implicq1	Gravité_implicq1	Indommé, Blessé (lésion cutanée), Traumatisme crânien sans perte de connaissance, Problèmes de colonne vertébrale, Cervicales (légères), Contus
43. Obstaclefixe	Obstaclefixe	Véhicule en stationnement, Arbre, Glissière métallique, Glissière béton, Autre glissière, Bâtiement, mur, pile de pont, Support signalisation verticale, Po
44. Manoeuvre	Manoeuvre à l'origine de l'accident	T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T57, T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T65, T66, T67, T68, T69, T70, T71, T72, T73, T74, T75, T76, T77, T78, T79, T80, T81, T82, T83, T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90, T91, T92, T93, T94, T95, T96, T97, T98, T99, T100, En ligne droite, En courbe, En intersection
45. Manoeuvre_ind	Manoeuvre individuelle	franchit un carrefour, allant tous droit, franchit un carrefour, pour tourner à droite, franchit un carrefour, pour tourner à gauche, franchit un carrefour, allant
46. Texte_libre	Texte_libre	
47. Perceptibilité1	Scénario_accident	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10

Annexe IV: Répartition des Professions et des catégories socioprofessionnelles selon l'INSEE

Niveau agrégé (8 postes dont 6 pour les actifs occupés)	Niveau de publication courante (24 postes dont 19 pour les actifs)	Niveau détaillé (42 postes dont 32 pour les actifs)
1. Agriculteurs exploitants	10. Agriculteurs exploitants	11. Agriculteurs sur petite exploitation 12. Agriculteurs sur moyenne exploitation 13. Agriculteurs sur grande exploitation
2. Artisans, commerçants et chefs d'entreprises	21. Artisans 22. Commerçants ou assimilés 23. Chefs d'entreprises de 10 salariés et plus	21. Artisans 22. Commerçants ou assimilés 23. Chefs d'entreprises de 10 salariés et plus
3. Cadres et Profession intellectuelles supérieures	31. Professions libérales 32. Cadres de la fonction publique et professeurs 36. Cadre d'entreprises	31. Professions libérales 33. Cadres de la fonction publique 34. Professeurs, professions scientifiques 35. Professions de l'information, des arts et des spectacles 37. Cadres administratifs et commerciaux d'entreprises 38. Ingénieurs et cadres techniques d'entreprises
4. Professions intermédiaires	41. Professions intermédiaires de l'enseignement, de la santé, de la fonction publique, etc. 46. 41. Professions intermédiaires administratives et commerciales des entreprises 47. techniciens 48. Contremaitres, agents de maîtrise	42. Instituteurs et assimilés 43. Professions intermédiaires de la santé et du travail social 44. Clergé, religieux 45. Professions intermédiaires administratives de la fonction publique 46. 41. Professions intermédiaires administratives et commerciales des entreprises 47. techniciens 48. Contremaitres, agents de maîtrise
5. Employés	51. Employés de la fonction publique 54. Employés administratifs d'entreprises 55. Employés de commerce 56. Personnels des services directs aux particuliers	52. Employés civils et agents de service de la fonction publique 53. Policiers et militaires 54. Employés administratifs d'entreprises 55. Employés de commerce 56. Personnels des services directs aux particuliers
6. Ouvriers	61. Ouvriers qualifiés 66. Ouvriers non qualifiés 69. Ouvriers agricoles	62. Ouvriers qualifiés de type industriel 63. Ouvriers qualifiés de type artisanal 64. Chauffeurs 65. Ouvriers qualifiés de la manutention, du magasinage et du transport 67. Ouvriers non qualifiés de type industriel 68. Ouvriers non qualifiés de type artisanal 69. Ouvriers agricoles
7. Retraités	71. Anciens agriculteurs exploitants 72. Anciens artisans, commerçants et chefs d'entreprises 73. Anciens cadres et professions intermédiaires 76. Anciens employés et ouvriers	71. Anciens agriculteurs exploitants 72. Anciens artisans, commerçants et chefs d'entreprises 74. Anciens cadres 75. Anciens professions intermédiaires 76. Anciens employés et ouvriers
8. Autres personnes sans activité professionnelle	81. Chômeurs n'ayant jamais travaillé 82. Inactifs divers (autre que retraités)	81. Chômeurs n'ayant jamais travaillé 83. Militaires du contingent 84. Élèves, étudiants 85. Personnes diverses sans activités professionnelles de moins de 60 ans (sauf retraités) 86. Personnes diverses sans activités professionnelles de 60 ans et plus (sauf retraités)

Annexe V: Variables déterminant les profils des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents

Classe d'âge de l'impliqué	Moins de 14 ans – (Age1)
	De 15 à 29 ans – (Age2)
	De 30 à 45 ans – (Age3)
	De 45 à 60 ans – (Age 4)
	Plus de 60 ans – (Age 5)
Sexe	Masculin – (M)
	Féminin – (F)
Catégorie socioprofessionnelle	Artisans, commerçants, chefs entreprise – (PCS1)
	Cadres profession intellectuelles – (PCS2)
	Professions intermédiaires – (PCS3)
	Employés – (PCS4)
	Ouvriers – (PCS5)
Inactif	Chômeurs, Sans emploi, Autre – (Chom)
	Retraités – (retrait)
	Etudiants – (Etud)
Mode de déplacement	Véhicule Léger (VL)
	Marche à pied (MàP)
	Vélo
	Poids Lourd (PL)
	Deux Roues à Moteur (2RM)
Motif de déplacement	Loisirs
	Professionnel (Profes)
	Domicile- Travail (DT)
	Achat
	Domicile-Ecole (DE)
Distance Habitat/accident	Autre
	Moins de 1 km (D1)
	de 1km à 3 km (D2)
	de 3 km à 10 km (D3)
	Plus de 10 km (D4)
Niveau de la voie d'accidents	Accident survenu sur les autoroutes (Acci_N1)
	Accident survenu sur les voies urbaines classées comme niveau 2 (Acci_N2)
	Accident survenu sur les voies de distribution (Acci_N3)
	Accident survenu sur les voies de desserte locale primaires (Acci_N4)
	Accident survenu sur les voies de circulation apaisées ou desserte locale fine (Acci_N5)
Scénario-Type d'accident	Piétons traversant - problèmes de visibilité ou les conditions de visibilité sont défavorables (P1)
	Piétons traversant - problèmes de prise d'information ou de captation de l'attention (P2)
	Piétons présentant sur la chaussées statiques ou se déplaçant ou sortant d'un véhicule (P3)
	Piétons avec une absence d'interférence a priori entre piéton et véhicule (P4)
	Des accidents se produisant en intersection ou liés à des manœuvres de stationnement avec des phénomènes de masque de visibilité hors situation de remontées de files et de dépassement (U1)
	Problèmes de prise d'information ou de non perception comme par exemple la perte de priorité (U2)
	Phénomènes de dépassement ou de remontée de files de véhicules (U3)
	Des accidents se produisant en intersections équipées de feux tricolores, franchit le feu rouge (U4)
	Des accidents qui se produisent majoritairement entre deux véhicules circulant dans le même sens dans la même file liés au contrôle de la vitesse par rapport au véhicule circulant en aval (U5)
	Des accidents généralement liés à une perte de contrôle (U6)
Gravité d'accident	Autres scénarios type d'accidents dans le milieu urbain (U7)
	Indemne et blessée légère (I_BL)
	Tué et blessée grave (T_BG)

Annexe VI: Scénarios types d'accidents corporels en milieu urbain

Les scénarios type d'accidents ont été construits par Thierry Brenac *et al* (2003) et Nicolas Clabaux et Thierry Brenac (2008), sur une base d'accidents représentatifs de l'insécurité de la France entière. 20 scénarios piétons ont été construits, ainsi que 40 scénarios urbains impliquant pas de piéton.

ACCIDENTS N'IMPLIQUANT PAS DE PIÉTONS	
GROUPE A : Scénarios-types concernant des accidents se produisant en intersection ou liés à des manoeuvres de stationnement	
Scénarios-types concernant des phénomènes de masque à la visibilité hors situation de remontées de files et de dépassement	A1 : Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire et entrant en collision avec un véhicule initialement masqué lors de la prise d'information
	A2 : Conducteur local circulant sur une voie de desserte, négligeant une priorité à droite en entrant en collision avec un usager prioritaire initialement masqué
	A3 : Véhicule tournant à gauche en intersection et entrant en collision avec un deux-roues à moteur circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule le précédant
	A4 : Circulation d'un deux-roues léger sur un trottoir et collision avec un véhicule sortant d'un accès riverain et initialement masqué
	A5 : Jeune cycliste, initialement masqué, s'engageant de façon précipitée sur une voie de circulation et collision avec un véhicule
Scénarios-types concernant d'autres problèmes de non perception (souvent d'un autre usager ; d'une intersection ou d'une perte de priorité dans l'un des scénarios) ou de prise d'information	A6 : Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse
	A7 : Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur
	A8 : Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination
	A9 : Non perception sur l'arrière (dans le rétroviseur) d'un deux-roues à moteur lors d'une manoeuvre de demi-tour ou d'insertion
	A10 : Gêne liée à un véhicule stationné et déport vers le centre de la chaussée sans percevoir un deux-roues à moteur circulant en sens inverse
	A11 : Non perception ou perception tardive d'une intersection ou d'une perte de priorité
Scénarios-types concernant des phénomènes de dépassement et de remontée de files de véhicules	A12 : Manoeuvre de tourne à droite en intersection et collision avec un véhicule (souvent un deux-roues) circulant dans une voie spécialisée (couloir de bus/ou bande cyclable)
	A13 : Véhicule tournant à gauche en intersection ou vers un accès riverain et collision avec un véhicule, généralement un deux-roues à moteur, le dépassant
	A14 : Conducteur inexpérimenté (souvent un deux-roues à moteur), style de conduite offensif, fluide, dépassement d'un véhicule arrêté (souvent massif) et collision avec un véhicule circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule dépassé
	A15 : Conducteur circulant à un niveau de vitesse inhabituel (souvent trajet urgent), évaluation erronée de la vitesse de progression d'un deux-roues léger effectuant une manoeuvre tournante en aval, et collision avec ce deux-roues
	A16 : Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et entrant en collision avec l'un des véhicules de la file tournant à gauche

	<p>A17 : Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule, initialement masqué et franchissant la file de véhicules</p> <p>A18 : Deux-roues à moteur circulant entre deux files de véhicules ralentis et entrant en collision avec un véhicule changeant de voie de circulation</p> <p>A19 : Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et non perçu par un conducteur s'insérant depuis le même côté de la file</p>
Scénarios-types concernant des accidents se produisant en intersections équipées de feux tricolores, l'un des deux impliqués franchissant le feu au rouge	<p>A20 : Non perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert</p> <p>A21 : Franchissement en début de feu rouge (sous forte contrainte temporelle) et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert</p> <p>A22 : Arrêt momentané en aval d'un feu tricolore (souvent dû au trafic), non perception du passage au rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert</p> <p>A23 : Jeune conducteur franchissant de façon volontaire un feu rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert</p> <p>A24 : Collision entre deux véhicules dans un carrefour à feux ne fonctionnant pas ou fonctionnant au jaune clignotant</p> <p>GROUPE B : Scénarios-types concernant des accidents se produisant majoritairement entre véhicules circulant dans le même sens et dans la même file</p>
Scénarios-types d'accidents liés au contrôle de la vitesse par rapport au(x) véhicule(s) circulant en aval	<p>B25 : Évaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents</p> <p>B26 : Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval</p> <p>B27 : Événement extérieur contraignant un conducteur à freiner brusquement, surprenant le conducteur le suivant</p> <p>B28 : Choc arrière entre deux véhicules approchant un cédez-le-passage. Le second conducteur, prenant de l'information sur le trafic prioritaire, n'anticipe pas l'arrêt du premier</p> <p>GROUPE C : Scénarios-types d'accidents généralement liés à une perte de contrôle</p>
Scénarios-types d'accidents concernant des phénomènes de perte de contrôle	<p>C29 : Conducteur inexpérimenté en perte de contrôle en courbe, souvent liée à une approche rapide</p> <p>C30 : Conducteur sous l'influence de l'alcool (souvent fortement) perdant le contrôle de son véhicule (le plus souvent en courbe)</p> <p>C31 : Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée)</p> <p>C32 : Perte de contrôle suite à une focalisation momentanée de l'attention sur une tâche annexe</p> <p>C33 : Perte de contrôle liée à un assoupissement ou à un endormissement</p> <p>C34 : Perte de contrôle suite à un changement de file ou au déport d'un véhicule en aval</p>

GROUPE D : Autres scénarios-types d'accidents	
Autres scénarios-types d'accidents	D35 : Conducteur traversant la voie d'un véhicule prioritaire et collision avec ce véhicule suite à une évaluation erronée de sa vitesse d'approche
	D36 : Usager lent s'insérant sur une infrastructure roulante et percuté par un véhicule souvent rapide
	D37 : Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues
	D38 : Conducteur de deux-roues engageant soudainement (souvent enfant, attention focalisée) une manoeuvre de tourne à gauche, en direction du trottoir opposé et percuté par un véhicule survenant derrière lui
	D39 : Manoeuvre de marche arrière et non perception d'un cycle
	D40 : Circulation d'un deux-roues sur un trottoir et collision avec un véhicule non masqué en provenance d'une rue secondaire

Source : Clabaux N. Scénarios-types d'accidents de la circulation urbaine n'impliquant pas de piétons. Rapport INRETS/RE-06-919-FR, 2005, 132 p.

GROUPE P : ACCIDENTS IMPLIQUANT AU MOINS UN PIÉTON		
Scénarios-types concernant des piétons traversant ou s'engageant sur la chaussée	Obstruction à la visibilité ou de conditions de visibilité défavorables	P1 : Piéton traversant (souvent adulte ou adolescent) initialement masqué, souvent par véhicule stationné ou arrêté
		P2 : Piéton traversant en courant (souvent enfant, attention focalisée) initialement masqué, souvent par véhicule stationné
		P3 : Piéton traversant dans circulation dense, masqué par file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité
		P4 : Piéton traversant devant un véhicule arrêté pour le laisser passer, généralement sur passage piéton
		P5 : Piéton traversant une voie importante, en général de nuit ou sous la pluie, piéton souvent alcoolisé, détecté trop tard
		P6 : Piéton détecté, engage une traversée sans prise d'information, surprenant le conducteur
		P7 : Jeune piéton détecté (souvent avec d'autres, attention captée), s'engage en courant ou soudainement, surprenant le conducteur
		P8 : Conducteur tournant puis heurtant en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté
		P9 : Piéton traversant en confiance sur un passage piéton une infrastructure large ou rapide, détection trop tardive ou anticipation erronée de la part du conducteur
		P10 : Conducteur franchissant un feu rouge / orange, heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard
Scénarios-types concernant généralement des piétons présents sur la chaussée, statiques ou se déplaçant ou des piétons sortant d'un véhicule		P11 : Piéton présent sur la chaussée (statique, la longeant, y divaguant), de nuit, hors agglomération ou en petite agglomération, détecté trop tard
		P12 : Piéton présent près d'un véhicule en panne ou accidenté, de nuit, hors agglomération, non vu ou trop tard
		P13 : Piéton sur chaussée, souvent en discussion, souvent se recule / se retourne, surprenant le conducteur (ou n'est pas vu)
		P14 : Piéton sortant ou juste sorti d'un véhicule stationné, détecté tardivement ou surprenant le conducteur
		P15 : Véhicule en marche arrière, choc sur piéton non détecté par l'arrière du véhicule
Scénarios-types avec absence d'interférence <i>a priori</i> entre piéton et véhicule		P16 : Véhicule en perte de contrôle, heurte un piéton hors chaussée, ou projette sur lui un véhicule stationné
		P17 : Élément d'un véhicule (lourd), ou de son chargement, se détachant ou se déployant et heurtant un piéton
		P18 : Interaction entre deux véhicules, entraînant une manoeuvre d'ajustements puis un choc sur piéton
Contextes particuliers		P19 : Deux-roues circulant sur un trottoir ou une voie interdite à la circulation, heurtant un piéton
		P20 : Querelle ou rapport conflictuel entre piéton et automobiliste

Source : Brenac T., Nachtergaële C., Reigner H. Scénarios-types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention. Rapport INRETS n° 256, 2003, 207 p.

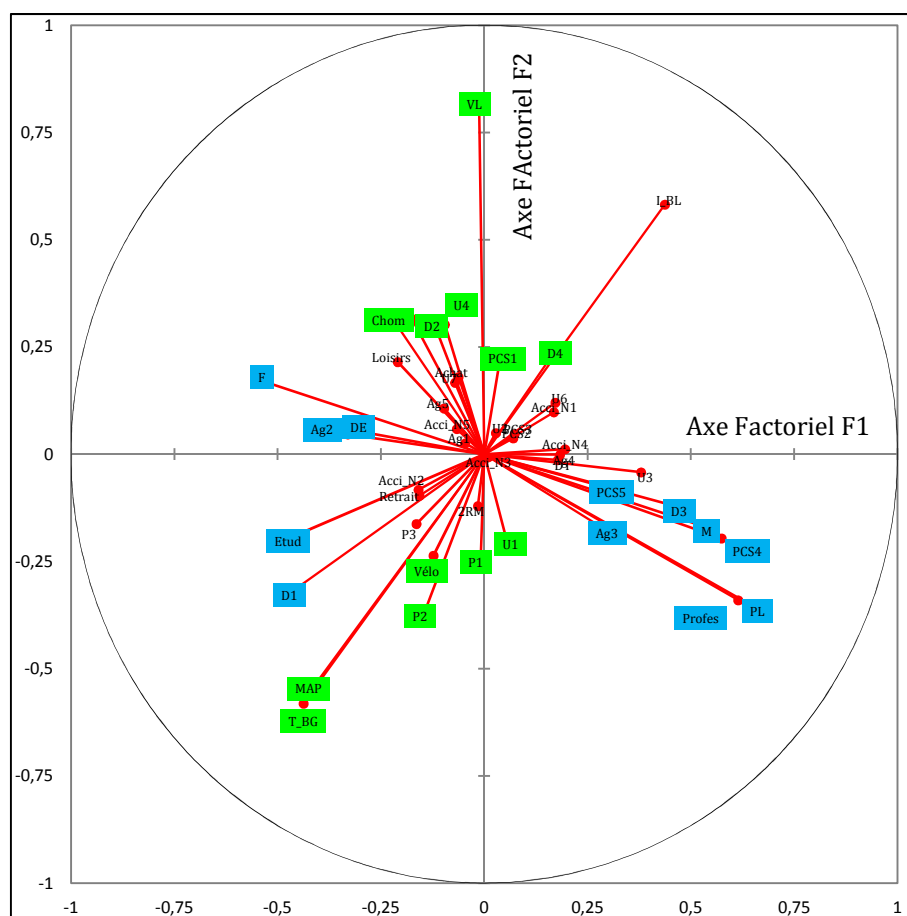
Les exploitations peuvent être faites au niveau de chacun des scénarios. Mais elle peut également porter sur des regroupements logiques, ce qui constitue un codage disjonctif de niveau 2. Certains regroupements génériques peuvent également être réalisés, à niveau plus global de classification. Enfin, certains regroupements peuvent être réalisés portant cette fois sur des thématiques particulières. Un scénario peut alors correspondre à plusieurs thématiques et donc appartenir à plusieurs groupes.

Regroupements de scénarios

Codage disjonctif niveau2	
Piéton traversant - Pb Visibilité	P1 P2 P3 P4 P5
Piéton traversant – Autres Pb que Visibilité	P6 P7 P8 P9 P10
Piétons statique ou longeant	P11 P12 P13 P14 P15
Sans interface Piéton véhicule	P16 P17 P18
Piéton Pb particulier	P19 P20
Urbain sans piéton pb visibilité	U1 à U5
Urbain sans piéton autre non perception	U6 à U12
Urbain sans piéton Dépassement et file	U13 à U19
Urbain sans piéton Feux	U20 à U24
Même sens, même file, contrôle Vitesse	U25 à 28
Urbain Pertes de contrôle	U29 à 34
Autres urbains sans piéton	U35 à 40
Regroupement générique	
Piéton traversant	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10
Piétons statique ou longeant	P11 P12 P13 P14 P15
Sans interface Piéton véhicule	P16 P17 P18
Piéton Pb particulier	P19 P20
Intersection, Accès ou Stationnement	U1 à 24
Même sens, même file, contrôle Vitesse	U25 à 28
Urbain Pertes de contrôle	U29 à 34
Autres urbains sans piéton	U35 à 40
Regroupement thématique	
Masque à la visibilité	P1 P2 P3 P4 P5 U1 à U5
Tourne à gauche	U3 U6 U13 U16 U38
Action précipitée	P2 P6 P7 U5 U14
Non perception	U6 à 12 U20
Changement de voie	U18 U34
Gène par un véhicule (écart)	U10 P12 P14 U37
Gène par un véhicule (écart, gêne, visibilité)	U10 P12 P14 U37 P1 à 3
Comportement agressif	U14 U15 U23 P20
Feu	U20 à U24 P10
Trottoir + Voie spéciale	U4 U12 U40 P19
Insertion	U1 U5 U6 U7 U19 U35 U36 U40
Vitesse	U21 U25 U29 U35

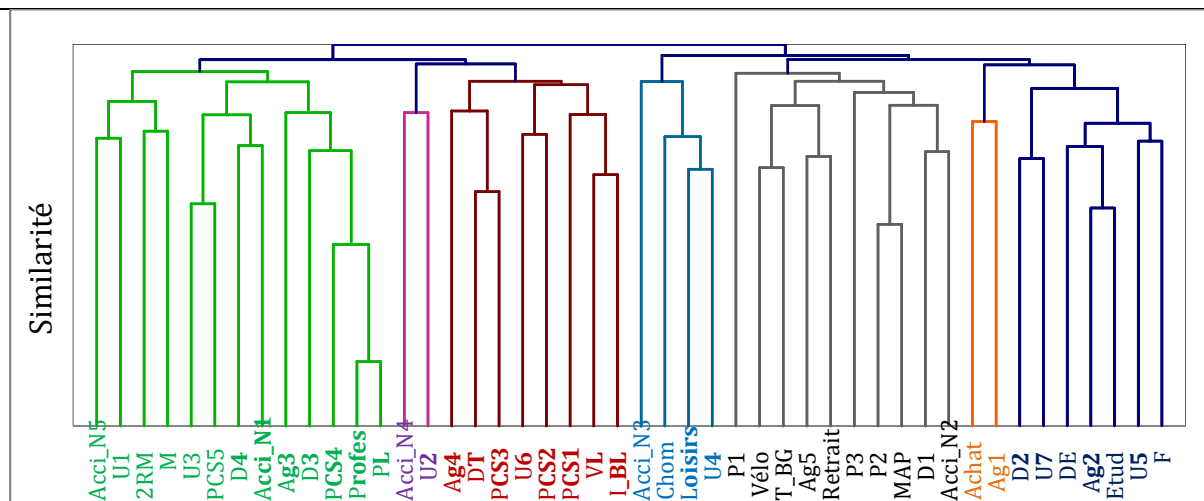
Annexe VII: ACP et CAH des modalités des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques du réseau

Cercle de corrélation des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 2 »

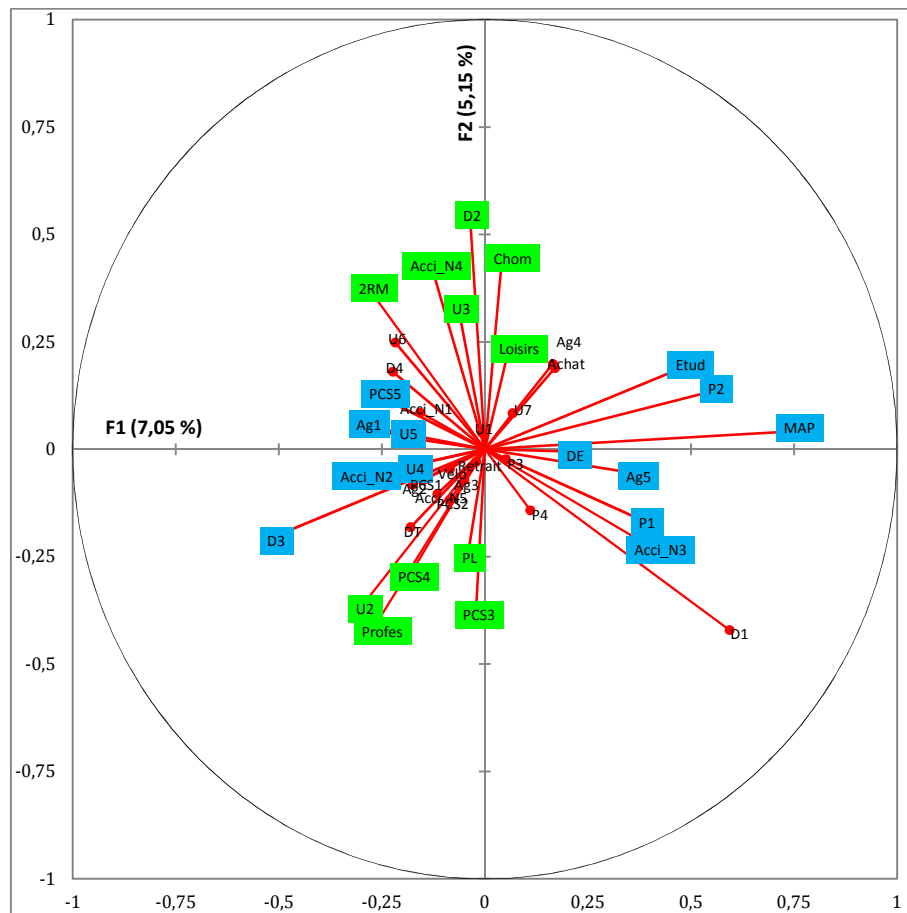


Dendrogramme de Classification Ascendante Hiérarchique des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 2 »

Toutes les données- Troncature : niveau = 0,01, Méthode d'agrégation : Lien moyen ; Matrice de proximité est la Matrice de corrélation ACP.

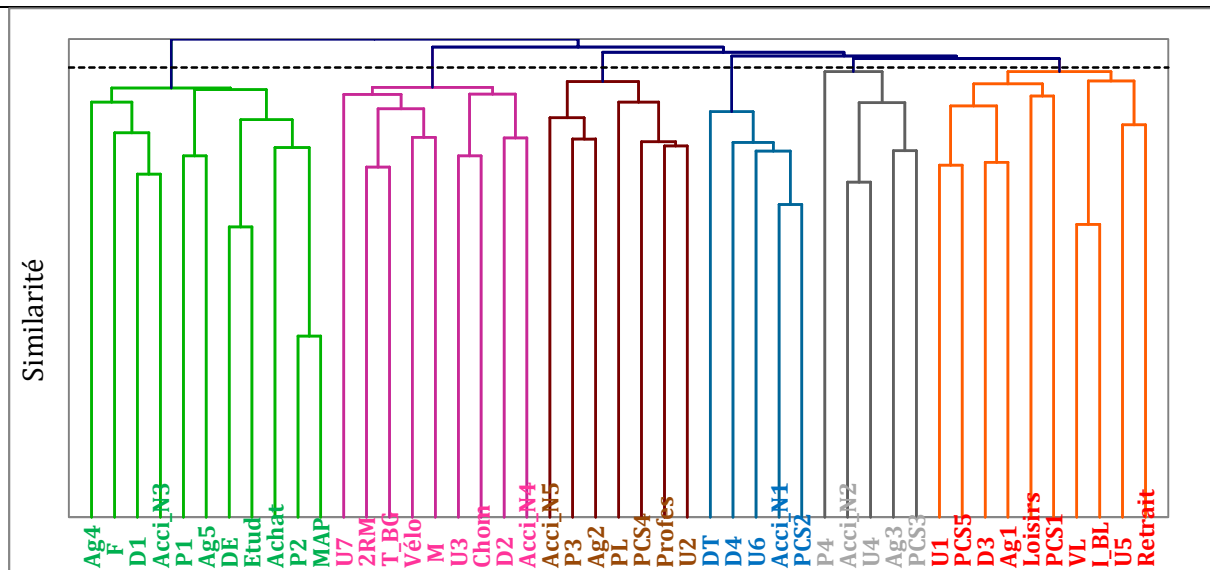


Cercle de corrélation des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 3 »

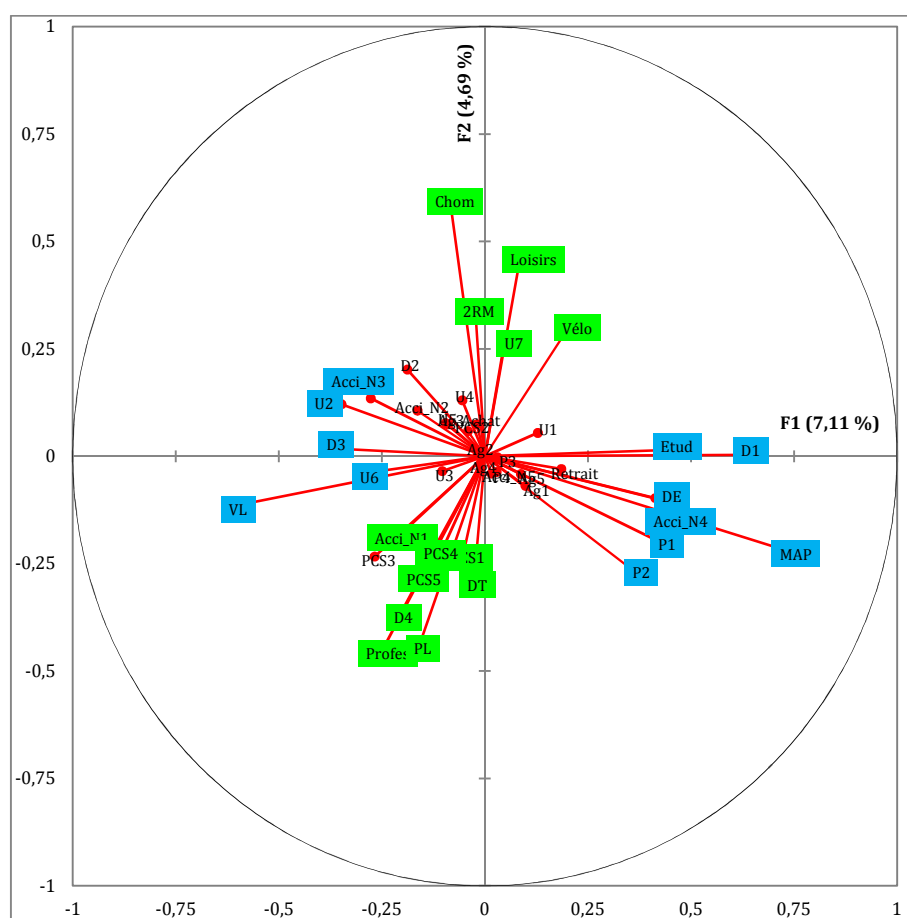


Dendrogramme de Classification Ascendante Hiérarchique des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 3 »

Toutes les données- Troncature : niveau = 0,01, Méthode d'agrégation : Lien moyen ; Matrice de proximité est la Matrice de corrélation ACP.

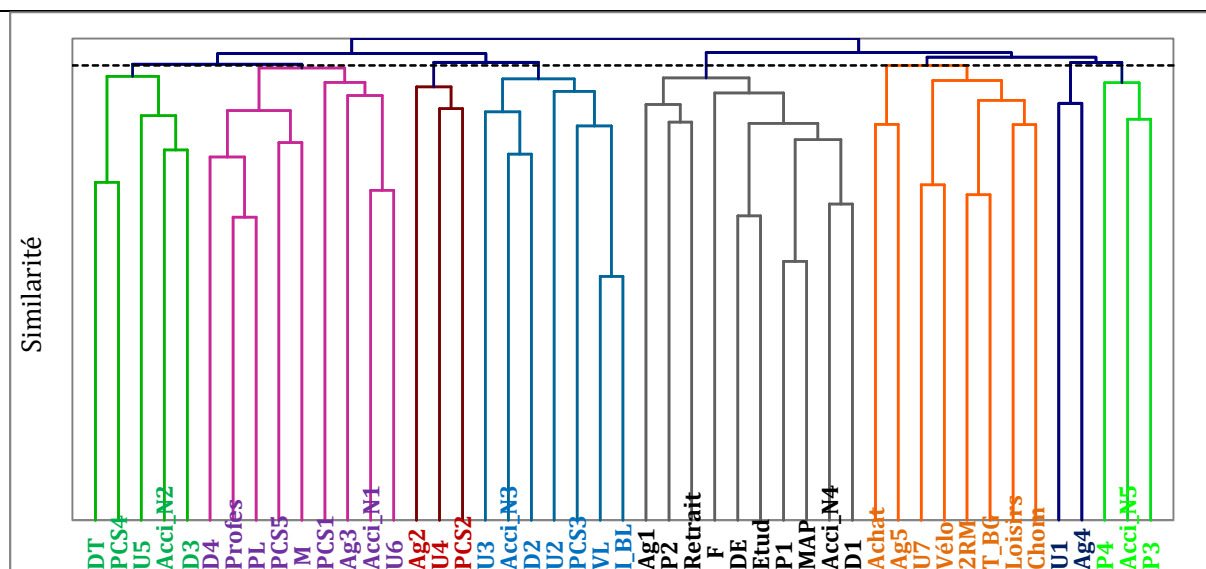


Cercle de corrélation des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 4 »

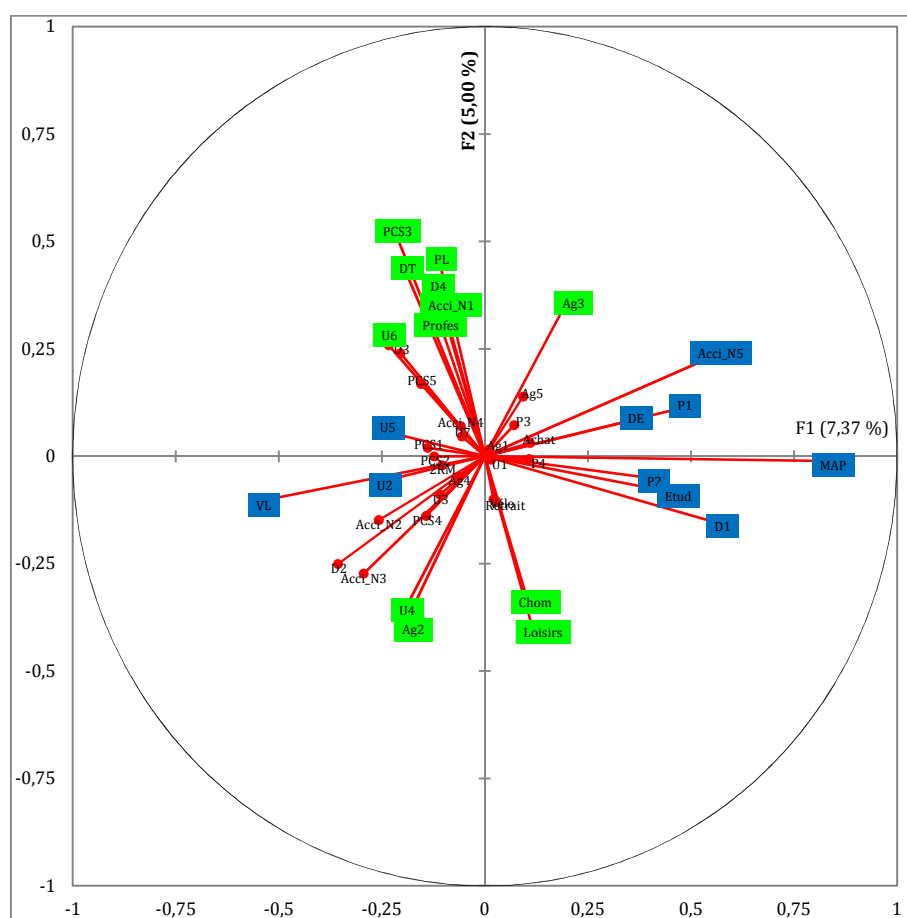


Dendrogramme de Classification Ascendante Hiérarchique des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 4 »

Toutes les données- Troncature : niveau = 0,01, Méthode d'agrégation : Lien moyen ; Matrice de proximité est la Matrice de corrélation ACP

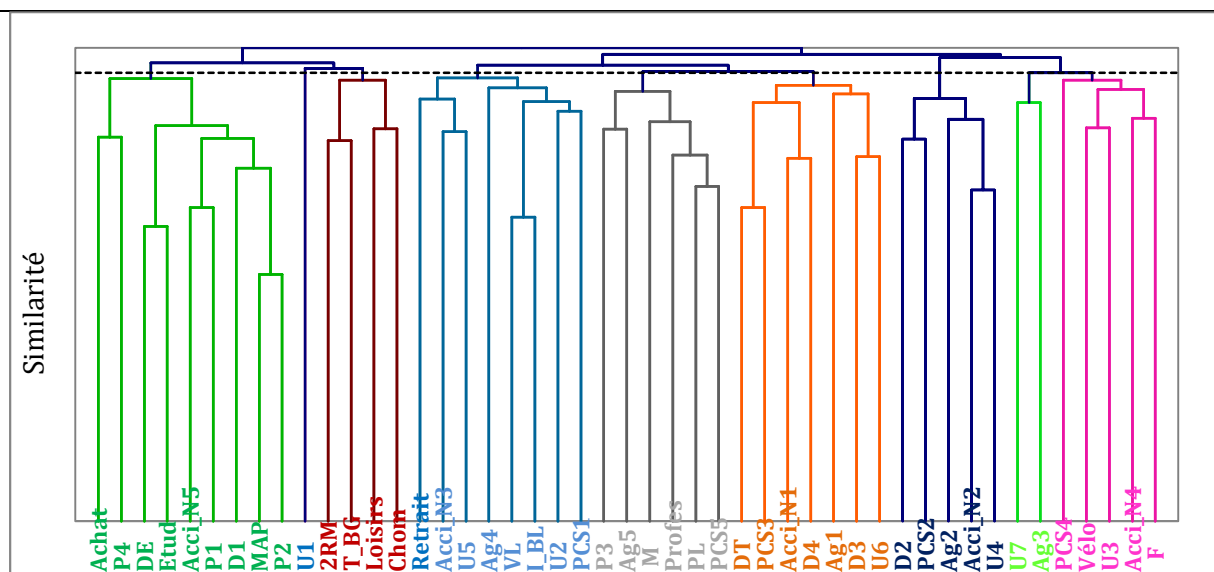


Cercle de corrélation des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 5 »

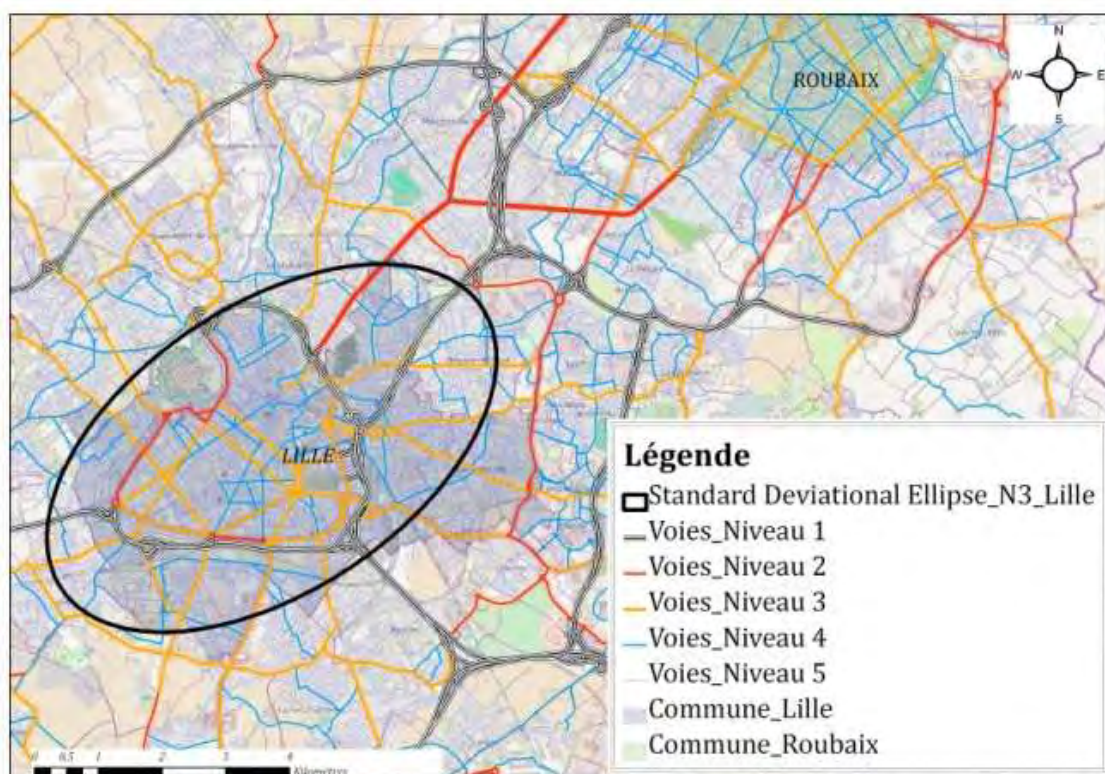
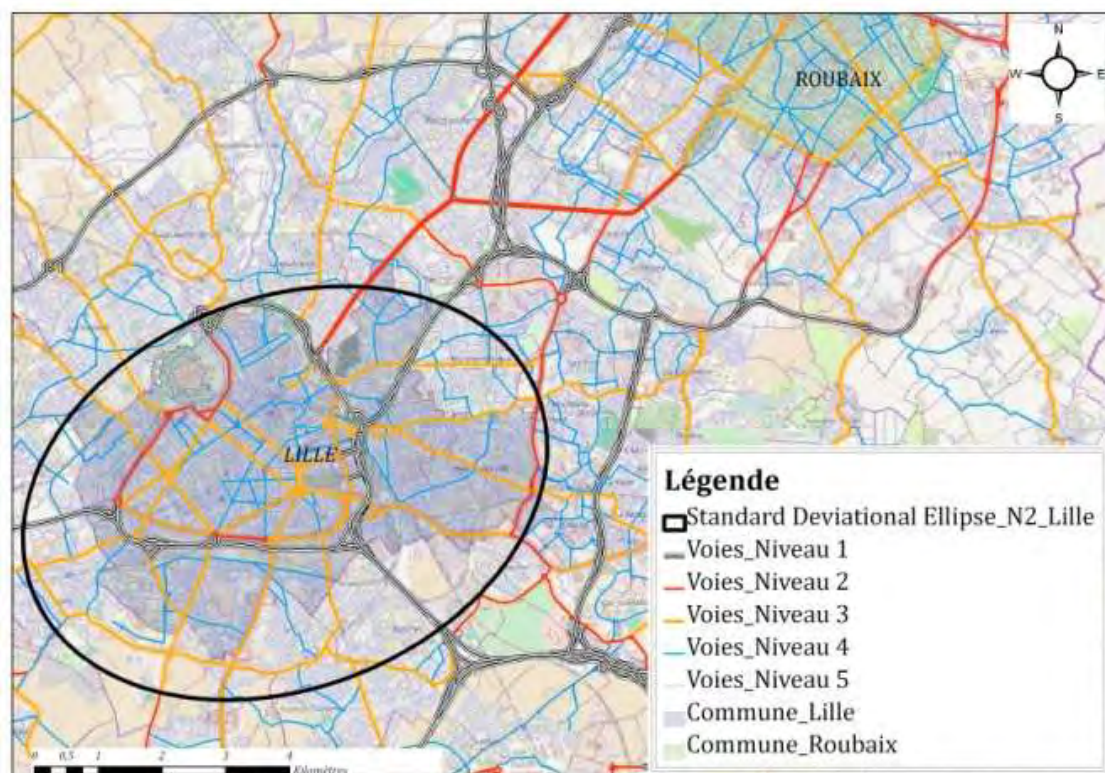


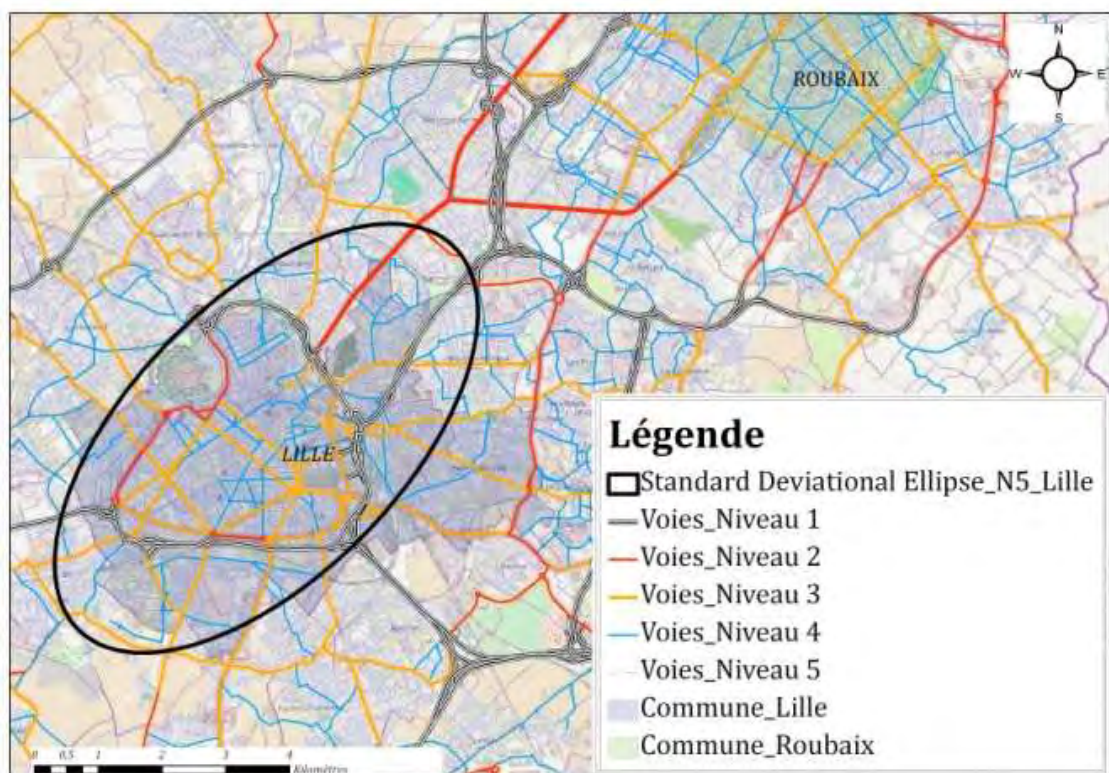
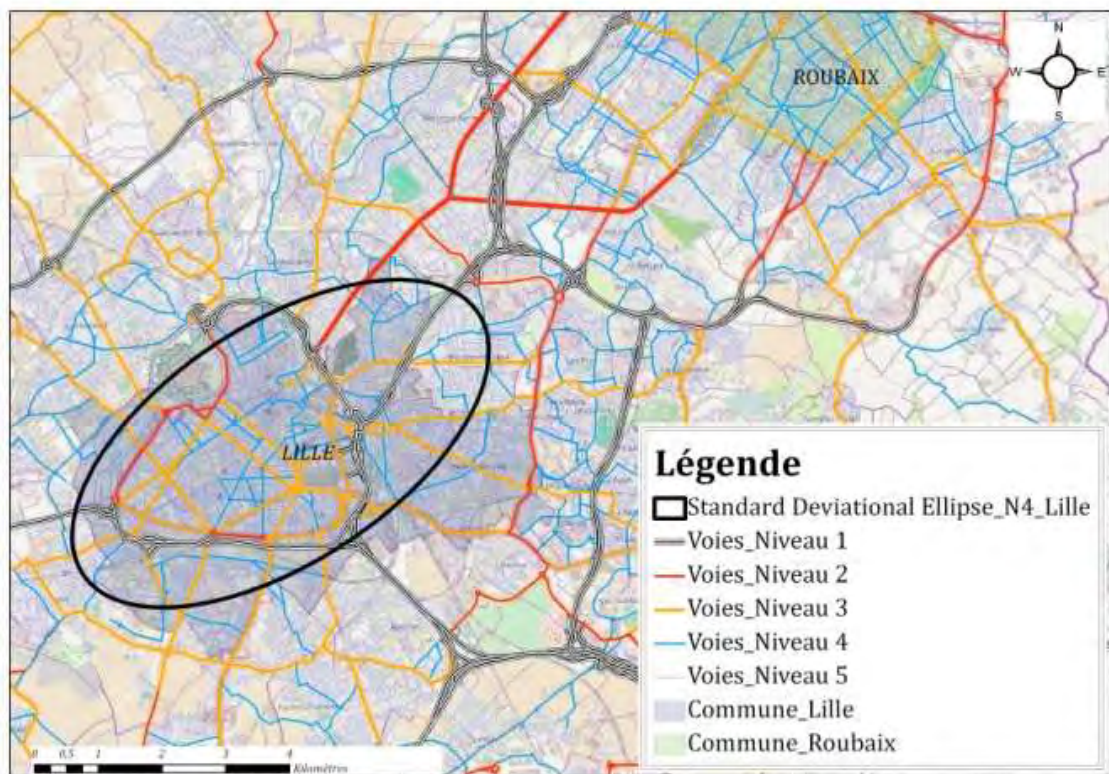
Dendrogramme de Classification Ascendante Hiérarchique des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 5 »

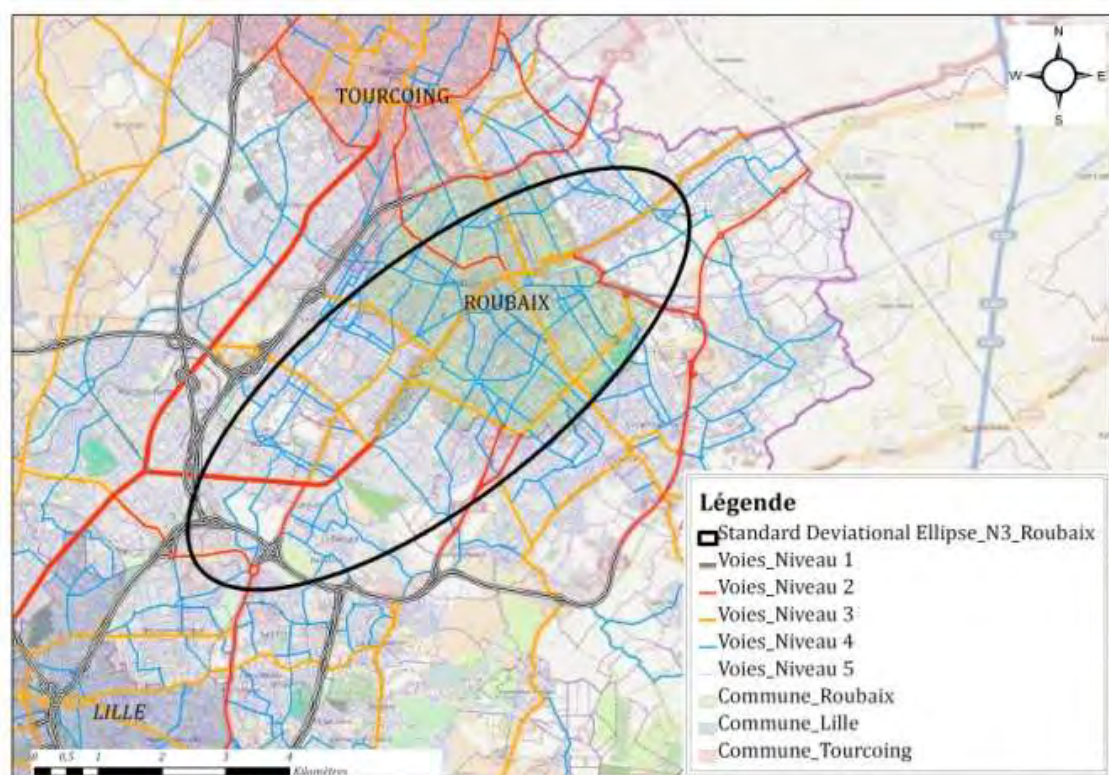
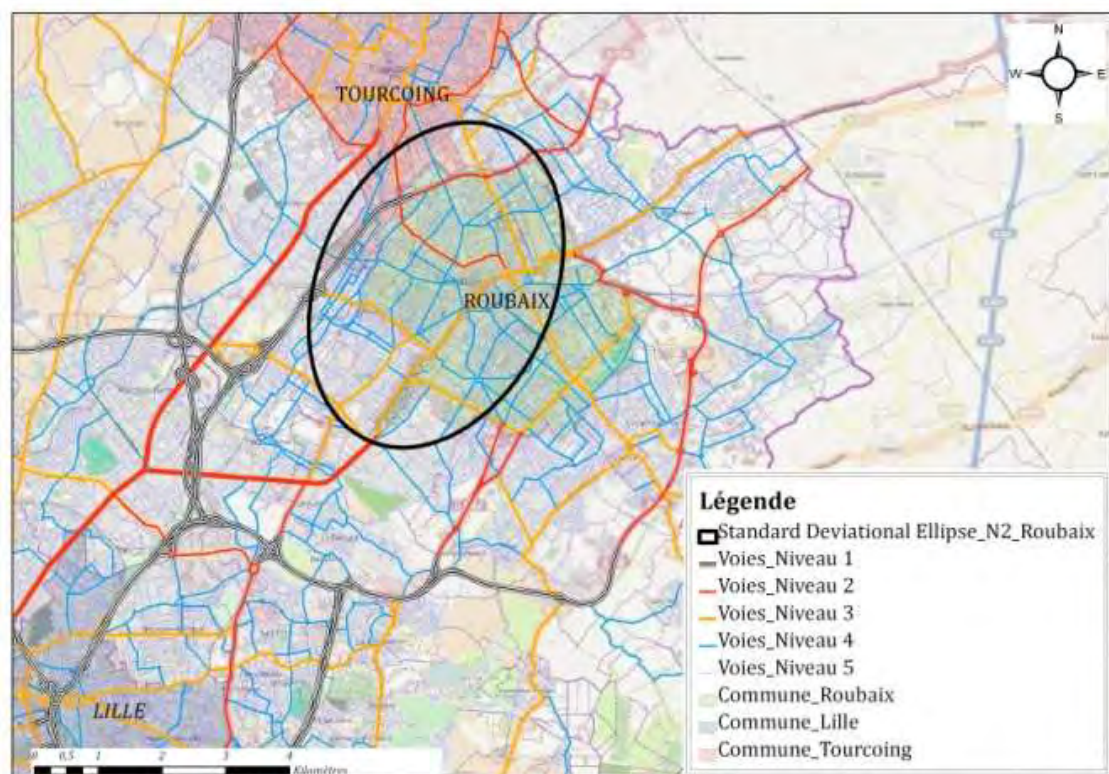
Toutes les données- Troncature : niveau = 0,01, Méthode d'agrégation : Lien moyen ; Matrice de proximité est la Matrice de corrélation ACP.

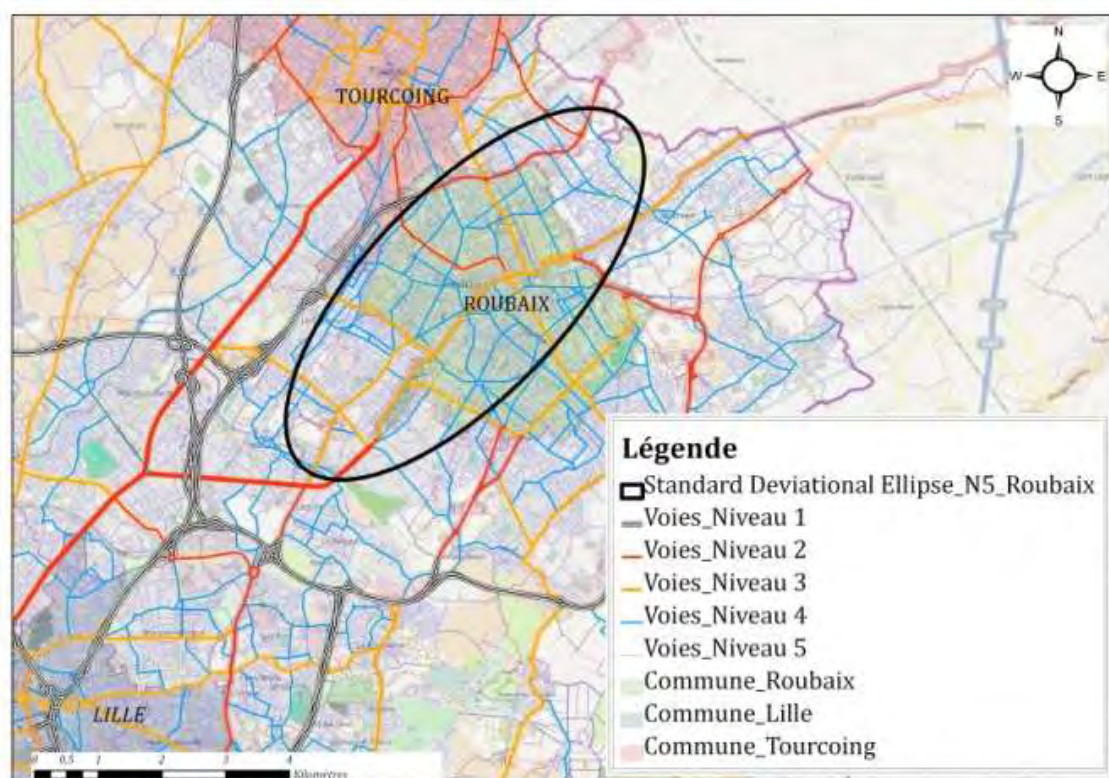
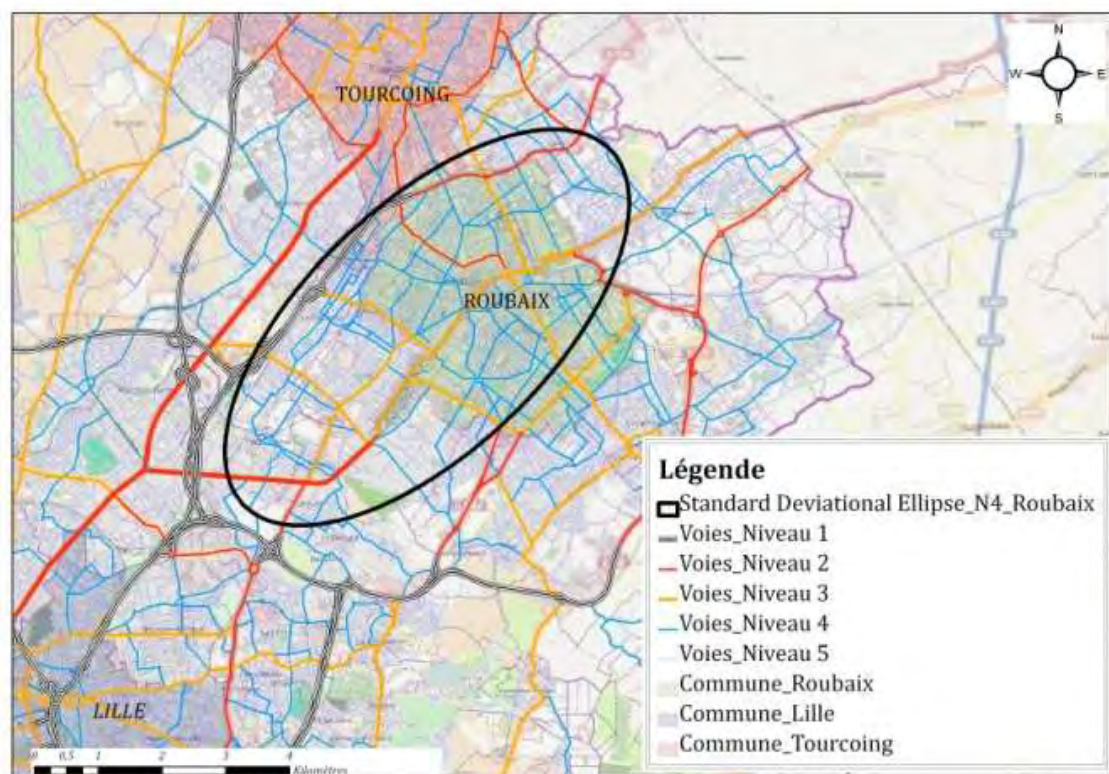


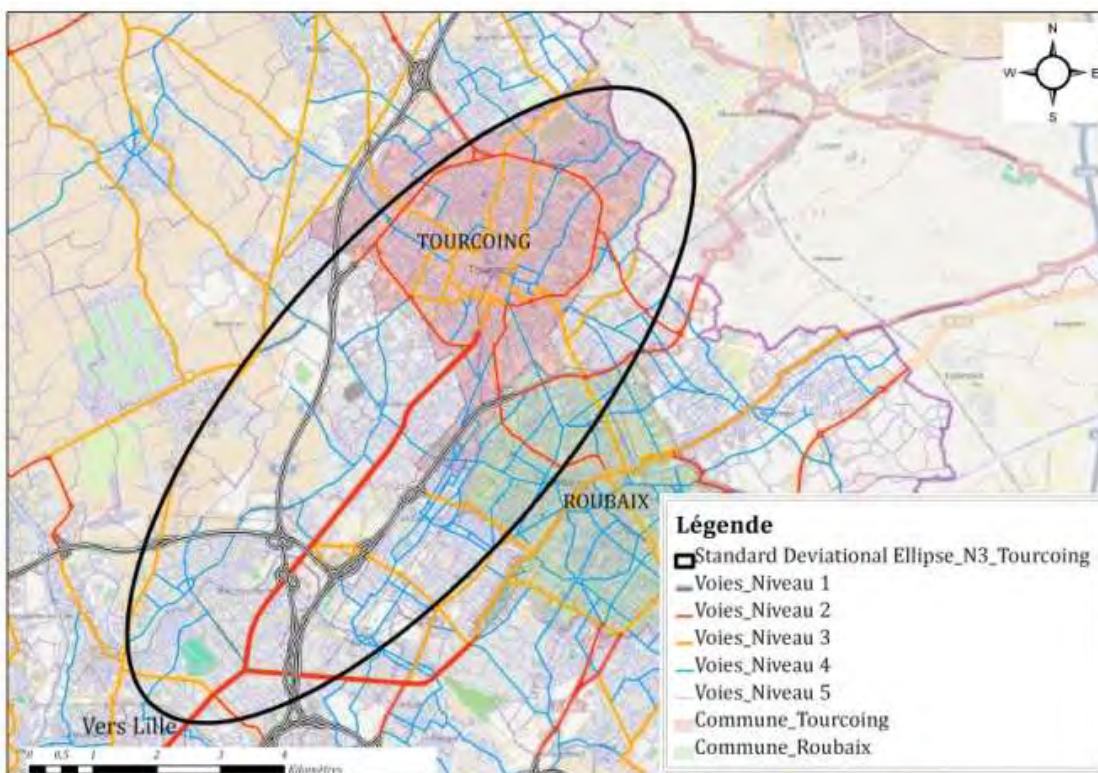
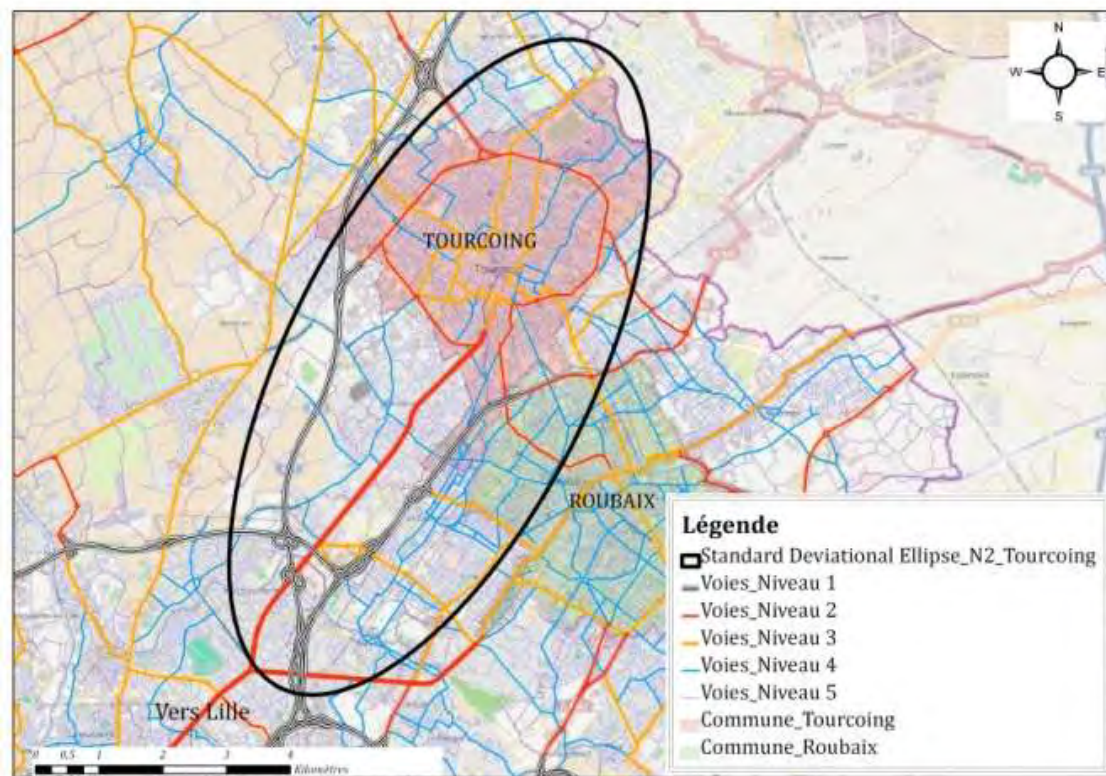
Annexe VIII: Distribution géographique des accidents des impliqués dans les accidents de la circulation habitant des niveaux hiérarchiques différents.











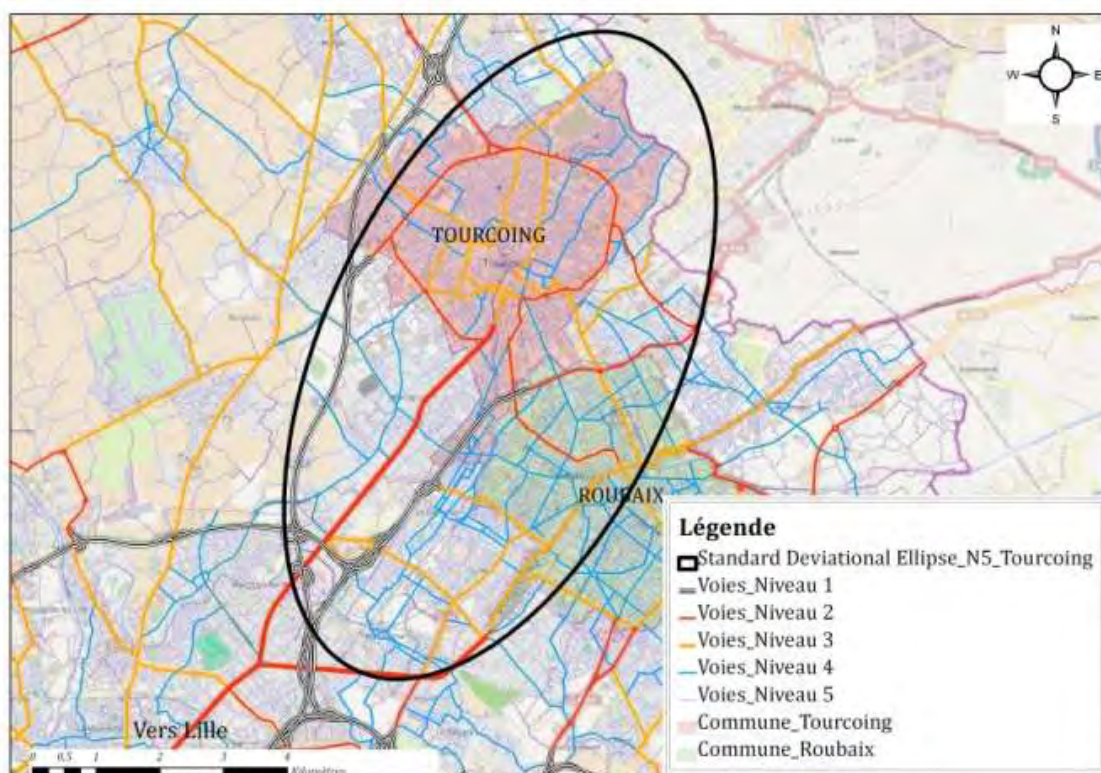
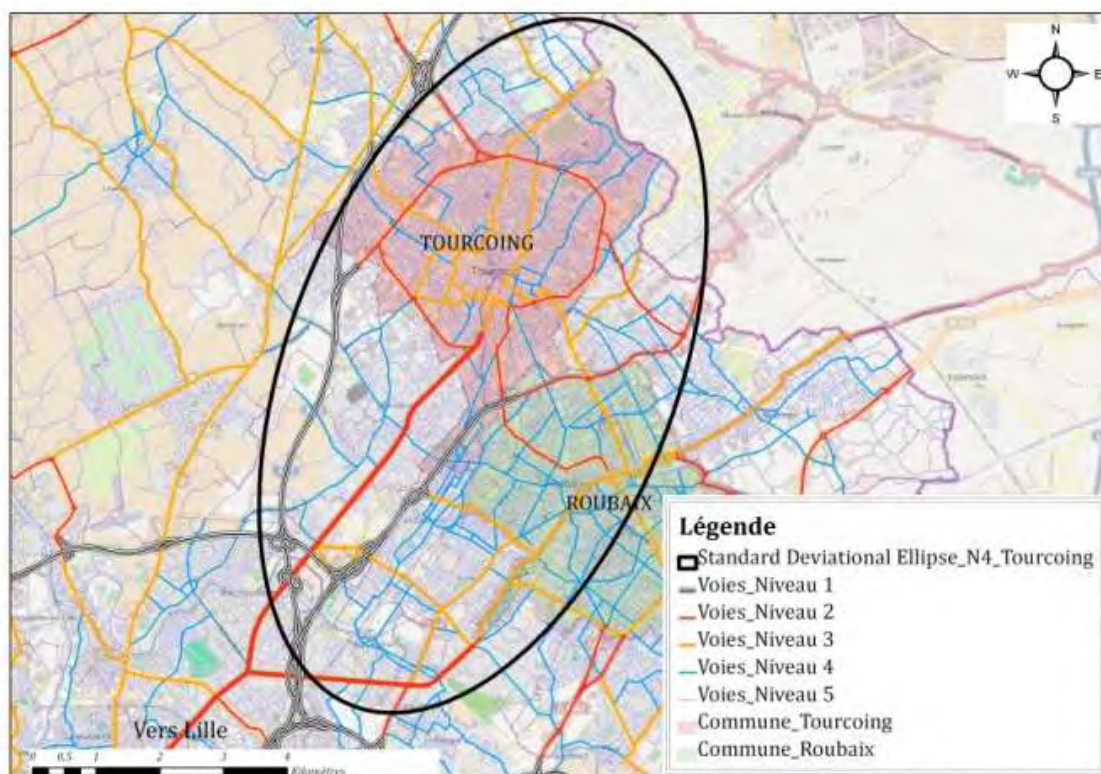


TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1, le plan de Paris d’Haussmann (entre 1853 et 1870, le baron Haussmann, qui était préfet de Paris sous Napoléon III, a entrepris une modernisation d’envergure de la capitale en détruisant le paysage urbain hérité de l’histoire)</i>	<i>19</i>
<i>Figure 2, Plan Voisin de Paris, Le Corbusier 1922.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 3, Le système des 7 Voies à Chandigarh, Le Corbusier 1951.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 4, Principe d’auto génération du trafic. Source : CERTU. 2008.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 5, Plan de Radburn New Jersey 1928. Source : OCDE, 1979.</i>	<i>29</i>
<i>Figure 6, La proximité des schémas proposés par Le Corbusier et le rapport Buchanan : fonctionnalisme, hiérarchisation des voies, logique « d’alvéoles ». Mais Chandigarh est une ville nouvelle, alors que la ville cellulaire est un modèle qui peut s’adapter à la ville héritée.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 7, Modèle cognitif de l’organisation du réseau. Source : Reigner et Hernandez, 2007.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 8, À l’échelle de la métropole, les rocadés autoroutières détournent le trafic de transit hors de l’agglomération et assurent la fluidité de la circulation. Source : Grenier, 1999.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 9, À l’échelle de l’agglomération, l’organisation de la circulation automobile en anneaux concentriques et en pénétrantes vers le centre-ville voies. Source : Grenier, 1999.</i>	<i>34</i>
<i>Figure 10, Les anneaux et les rayons sont aménagés selon le concept du partage de la voirie pour affirmer le caractère urbain et la qualité de l’espace urbain. Source : Grenier, 1999.....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 11, Dans le centre-ville, les voies sont aménagées en zones de circulation apaisée. Parkings mis en place dans la première couronne complètent l’offre de stationnement. Source : Grenier, 1999.</i>	<i>35</i>
<i>Figure 12, Politique des pouvoirs publics et l’évolution de l’insécurité routière. Évolution de la mortalité routière en France métropolitaine et les mesures prises en matière de sécurité routière 1970-2012 (moyenne glissante sur 12 mois). Source : ONISR en 2012.</i>	<i>43</i>
<i>Figure 13, Concept de l’intégration de la sécurité routière dans l’aménagement. Source : Fleury 2005.....</i>	<i>53</i>
<i>Figure 14, la prise en compte de la sécurité par des outils techniques de l’aménagement. Source : Fleury, 2005.</i>	<i>54</i>
<i>Figure 15, Métiers, niveau d’action des gestionnaires, comportement des usagers et dysfonctionnements urbains. Source : Fleury, 1998, p. 116.</i>	<i>66</i>
<i>Figure 16, Lille métropole et communauté urbaine, a) situation géographique de la LMCU. Source : PDU-LMCU ; b) attractivité de la métropole lilloise. Sources : D. Paris, 2000.....</i>	<i>80</i>
<i>Figure 17, Évolution urbaine de la communauté urbaine de Lille. Occupation du sol sur la communauté entre 1950 et 2001. Source : PDU-LMCU 2010-2020.</i>	<i>81</i>
<i>Figure 18, Évolution de la population entre 1999 et 2006 dans l’arrondissement de Lille.</i>	<i>82</i>
<i>Figure 19, Répartition des déplacements des Lillois par mode et évolution 1987-2006 par jour par personne. Source : ED 2006.....</i>	<i>86</i>

Figure 20, Les mobilités par territoires et par modes et les évolutions entre 1998 et 2006.....	86
Figure 21, Répartition des déplacements des Lillois par motifs. Source : ED 2006.....	87
Figure 22, Nature du trafic en nombre de kilomètres effectués dans l'agglomération lilloise.	88
Figure 23, Schéma directeur de hiérarchisation du réseau viaire. Source : PDU-LMCU 2010-2020.	93
Figure 24, Équilibre entre la vie locale et la circulation des véhicules motorisés. Source : CERTU, 2008.....	99
Figure 25, Hiérarchisation symbolique du réseau viaire - Réseau routier à Paris autour de la place étoile. .	102
Figure 26, La répartition des fonctions des voies urbaines selon leur niveau hiérarchique. Source : CERTU, 2008.	104
Figure 27, Autoroute urbaine, « niveau 1 ». Source : AASHTO, 2001.....	106
Figure 28, Artère urbaine « Niveau 2 ». Avenue Julien Lagache à Roubaix (Photos par Mahran Haidar).....	107
Figure 29, Voies de distribution « Niveau 3 », (a) Rue du Coq français à Roubaix (b) Boulevard de la liberté – (Photos par Mahran Haidar).	108
Figure 30, Voies de desserte locale « niveaux 4 et 5 », a) Rue de l'industrie à Roubaix ; b) Rue de Crouy à Roubaix – (Photos par Mahran Haidar).	108
Figure 31, Superposition des couches thématiques dans l'ArcGIS.	119
Figure 32, Primitives géométriques du mode vecteur.....	120
Figure 33, Modèle raster de représentation des données.....	121
Figure 34, Géocodage des lieux de résidence des impliqués habitant dans la commune de Tourcoing	123
Figure 35, Visualisation de l'espace et des accidents en échelles différentes.	124
Figure 36, Localisation des lieux d'accident et des lieux de résidence des impliqués avec les requêtes spatiales proposées dans le SIG.	125
Figure 37, Estimation de la densité par la méthode des noyaux.....	128
Figure 38, Analyse des distances réseau lieu d'habitat (niveau 2)/lieu d'accident.....	130
Figure 39, Différents types des bases de données des accidents.	134
Figure 40, Découpage administratif infra-communal « IRIS ». Source : Insee 2006.....	135
Figure 41, Base de données « Bâtiments BD Topo » repartie les bâtiments en six catégories.....	135
Figure 42, Base de données « Bâtiment Cadastraux » au sein des parcelles. Source : IGN 2009.	136
Figure 43, Découpage du plan d'occupation des sols/plan local d'urbanisme.....	136
Figure 44, « Base Voies » de la communauté urbaine de Lille.	136
Figure 45, Base de données « BD Adresse » avec le numéro de parcelle appropriée. Source : PPIGE/IGN.....	137
Figure 46, Modélisation du schéma directeur de hiérarchisation du réseau dans l'environnement de SIG....	139
Figure 47, Les voies sélectionnées hiérarchisées en niveaux hiérarchiques différents dans la commune de Lille.	140
Figure 48, Les voies sélectionnées hiérarchisées en niveaux hiérarchiques différents dans la commune de Roubaix.	140
Figure 49, Les voies sélectionnées hiérarchisées en niveaux hiérarchiques différents dans la commune de Tourcoing.....	141

<i>Figure 50, Schéma des méthodes utilisées pour analyser le lien entre niveaux hiérarchiques et risque d'implication dans les accidents.....</i>	<i>142</i>
<i>Figure 51, Schéma de la méthode d'estimation de la population des voies urbaines.....</i>	<i>144</i>
<i>Figure 52, Comparaison des habitants des bâtiments estimés avec la population de l'IRIS recensée par l'INSEE.</i>	<i>144</i>
<i>Figure 53, Affectation des habitants des bâtiments aux rues appropriées en fonction de la localisation des points d'adresse et des numéros des parcelles.....</i>	<i>145</i>
<i>Figure 54, Schéma de la méthode d'analyse des PV d'accident.....</i>	<i>145</i>
<i>Figure 55, Un modèle d'un PV d'accident qui donne les informations sur les caractéristiques de l'accident et celles de l'impliqué dans cet accident.</i>	<i>146</i>
<i>Figure 56, Comparaison des résultats selon les deux méthodes utilisées. Exemple « RUE DES POSTES » à Lille.</i>	<i>147</i>
<i>Figure 57, Organisation les PV pertinents, après la validation manuelle, dans un fichier Excel pour faire le codage.....</i>	<i>148</i>
<i>Figure 58, Schéma de la méthode de l'analyse factorielle des modalités de variables des impliqués.</i>	<i>151</i>
<i>Figure 59, Typologie des quartiers à l'échelle infracommunale de la LMCU. Regards sur les quartiers en Nord-Pas-de-Calais. Source INSEE, 2007.</i>	<i>167</i>
<i>Figure 60, Cercle de corrélation selon les axes factoriels F1 et F2 des modalités des variables des impliqués habitant au « niveau 2 ».</i>	<i>184</i>
<i>Figure 61, Dendrogramme de CAH des impliqués habitant au « niveau 2 » selon leurs caractéristiques socio-économiques, leur mobilité et leurs profils accidentogènes.....</i>	<i>185</i>
<i>Figure 62, Tendance des accidents des impliqués habitant sur les différents niveaux de la hiérarchisation.</i>	<i>192</i>

TABLE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1, Modèle de tableau de données qualitatives après la transformation vers les données binaires. ...</i>	<i>152</i>
<i>Tableau 2, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 2 » ou au « niveau 3 » rapportée à la population.</i>	<i>158</i>
<i>Tableau 3, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 2 » ou au « niveau 4 » rapportée à la population.</i>	<i>158</i>
<i>Tableau 4, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 2 » ou au « niveau 5 » rapportée à la population.</i>	<i>159</i>
<i>Tableau 5, Différence du risque relatif d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que les impliqués habitent au « niveau 3 » ou au « niveau 4 » rapportée à la population.....</i>	<i>159</i>
<i>Tableau 6, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que l'impliqué habite de « niveau 3 » ou de « niveau 4 », rapportée à la population.</i>	<i>160</i>
<i>Tableau 7, Différence du risque d'être impliqué dans un accident de 2002 à 2009 selon que l'impliqué habite sur « niveau 4 » ou de « niveau 5 », rapportée à la population.....</i>	<i>160</i>
<i>Tableau 8, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 2 » et celles de « niveau 3 ».</i>	<i>161</i>
<i>Tableau 9, Valeurs de procédure de Mantel Haenszel calculées pour les trois couples de voies structurantes du réseau et de voies de desserte locale primaire.....</i>	<i>162</i>
<i>Tableau 10, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 2 » et celles de « niveau 5 ».</i>	<i>163</i>
<i>Tableau 11, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 2 » et celles de « niveau 3 ».</i>	<i>163</i>
<i>Tableau 12, Valeurs de procédure de Mantel Haenszel calculées pour les trois couples de voies de distribution du réseau et de voies de dessertes locales primaires.....</i>	<i>164</i>
<i>Tableau 13, Valeurs de procédure de Mantel-Haenszel calculées pour les trois couples des voies de « niveau 4 » et celles de « niveau 5 ».</i>	<i>164</i>
<i>Tableau 14, Proportion des populations des voies sélectionnées selon la typologie socio-économique des quartiers traversés.</i>	<i>168</i>
<i>Tableau 15, Répartition des conducteurs/passagers ou piétons impliqués dans les accidents habitant aux niveaux hiérarchiques différents.....</i>	<i>169</i>
<i>Tableau 16, Répartition des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques selon leur âge.</i>	<i>169</i>
<i>Tableau 17, Répartition des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques selon leur sexe.</i>	<i>170</i>
<i>Tableau 18, Répartition des actifs occupés et inactifs impliqués dans les accidents habitant aux niveaux hiérarchiques différents.</i>	<i>170</i>

Tableau 19, Profession et catégories socioprofessionnelles des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.....	171
Tableau 20, Répartition des impliqués inactifs (chômeurs, étudiants, retraités) en fonction du niveau des voies de leur habitation.....	171
Tableau 21, Répartition des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques du réseau viaire selon les modes de déplacement utilisés.....	172
Tableau 22, Répartition des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques du réseau selon les motifs de déplacement utilisés.....	173
Tableau 23, Manœuvre individuelle des impliqués dans les accidents, rapportée au niveau hiérarchique de leur habitation.....	173
Tableau 24, Répartition des accidents des impliqués habitant aux niveaux hiérarchiques différents selon le niveau hiérarchique de leurs accidents.....	174
Tableau 25, Localisation des accidents des impliqués habitant aux différents niveaux de la hiérarchisation du réseau.....	174
Tableau 26, Gravité des blessures des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.....	176
Tableau 27, Le territoire de dommage corporel pour les impliqués habitant sur les voies à différents niveaux de la hiérarchisation du réseau.....	177
Tableau 28, Répartition des scénarios types d'accidents corporels des impliqués demeurant sur les voies urbaines différentes.....	179
Tableau 29, Distribution géographique des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents dans les trois terrains étudiés.....	193
Tableau 30, Orientation de la distribution géographique des accidents des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents dans les trois terrains étudiés.....	194
Tableau 31, Distance réseau lieu de résidence – lieu d'accident des impliqués habitant des niveaux hiérarchiques différents.....	203
Tableau 32, Nombre et pourcentage d'habitants sur les niveaux différents dans la hiérarchisation selon les distances réseaux habitat/accident.....	203
Tableau 33, Moyenne et écart type des accidents habitat/accident pour les habitants sur les niveaux de la hiérarchisation.....	204
Tableau 34, Moyenne et écart type des distances habitat/accident pour les impliqués en tant que conducteurs, passagers ou piétons habitant sur les voies de différents niveaux de la hiérarchisation.....	204
Tableau 35, Moyenne et écart type des distances habitat/accident des habitants sur les différents niveaux des voies urbaines selon le sexe de l'impliqué.....	205
Tableau 36, Moyenne et écart type des distances habitat/accident des habitants impliqués dans les accidents résidant sur les différents niveaux des voies urbaines selon la PCS.....	205
Tableau 37, Moyenne et écart type des distances habitat/accident des habitants inactifs sur les différents niveaux des voies urbaines.....	206

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE.....	11
PREMIÈRE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET APPROCHE THÉORIQUE DES LIENS ENTRE L'URBANISME, L'ORGANISATION DU RÉSEAU ET LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE	15
CHAPITRE 1.....	17
ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA VILLE ET DU RÉSEAU	17
1-1- URBANISME DU RÉSEAU ENTRE UTOPIE ET REALITE	18
1-2- VILLE ET RÉSEAU : QUEL EST ROLE DE L'AUTOMOBILE ?.....	24
1-3- DU MODELE AMERICAIN AU RAPPORT BUCHANAN - LA HIERARCHISATION FONCTIONNELLE DU RÉSEAU POUR LA SECURITE ROUTIERE.....	27
1-4- MODELE D'ORGANISATION DE LA CIRCULATION : QUELLE EST LA PLACE DE LA SECURITE ROUTIERE ?	31
CHAPITRE 2.....	39
PLACE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DANS L'AMÉNAGEMENT URBAIN	39
2-1- POLITIQUE DE SECURITE ROUTIERE EN FRANCE (1972-2012).....	40
2-1-1- <i>Des années soixante-dix</i>	40
2-1-2- <i>Des années quatre-vingt</i>	40
2-1-3- <i>Dans les années quatre-vingt-dix</i>	41
2-1-4- <i>De 2000 à aujourd'hui</i>	42
2-2- GESTION LOCALE DE LA SECURITE ROUTIERE.....	44
2-2-1- <i>Les acteurs de la sécurité routière et de l'aménagement</i>	45
2-2-2- <i>- Système d'action : Quelles sont les perceptions des acteurs locaux en matière de sécurité routière ?</i>	51
2-3- CONCEPTS ET OUTILS TECHNIQUES PORTEURS LA SECURITE ROUTIERE.....	53
2-4-1- <i>Ségrégation des modes et des flux</i>	54
2-4-2- <i>Hiérarchisation des voies</i>	55
2-4-3- <i>Intégration des modes et des usages dans le traitement de l'espace public</i>	56
2-4-4- <i>Partage de la voirie</i>	57
2-4-5- <i>Zone de circulation apaisée</i>	57
2-4-6- <i>Boulevard urbain</i>	58
CHAPITRE 3.....	59
AMÉLIORER LA SÉCURITÉ PAR L'ANALYSE DES ACCIDENTS	59
3-1- DIFFERENTES THEORIES DE L'INSECURITE ROUTIERE	60
3-2- DIAGNOSTIC DE SECURITE ROUTIERE	61

3-2-1- Analyse des points noirs.....	61
3-2-2- Intégration de la sécurité par le traitement d'un axe urbain	62
3-2-3- Approche globale de la sécurité routière.....	63
3-3- LA REGULATION DU SYSTEME VERS UNE APPROCHE INTEGREE DE LA SECURITE ROUTIERE	64
3-4- L'INFLUENCE DE L'URBANISME ET L'ORGANISATION DU RESEAU SUR L'INSECURITE ROUTIERE	67
3-4-1- Quelle influence de la forme urbaine sur le risque routier ?.....	67
3-4-2- Quelle influence de la gestion du réseau et de l'espace public sur le risque routier ?.....	69
3-5- DIMENSION SOCIO-ECONOMIQUE DU RISQUE ROUTIER.....	69
DEUXIÈME PARTIE : VERS UNE APPROCHE GÉOGRAPHIQUE POUR ANALYSER L'INFLUENCE DE LA HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU VIAIRE SUR LE RISQUE D'IMPLICATION DANS LES ACCIDENTS	77
CHAPITRE 4.....	79
LILLE MÉTROPOLE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE — UN TERRAIN D'ÉTUDE.....	79
4-1- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA LMCU	80
4-2- LES COMPETENCES DE LA COMMUNAUTE URBAINE.....	81
4-3- LES CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES DE L'AGGLOMERATION LILLOISE.....	82
4-4- HABITATS ET FORMES URBAINES DANS LA METROPOLE	83
4-5- UN TERRITOIRE MAILLE PAR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT	85
4-5-1- Les déplacements et la mobilité de la LMCU.....	85
4-5-2- Un trafic routier important.....	87
4-5-3- La hiérarchisation du réseau routier dans les documents de planification de l'agglomération lilloise.....	88
CHAPITRE 5.....	95
IDENTIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DES VOIES URBAINES AYANT UNE INFLUENCE SUR LE RISQUE ROUTIER.....	95
5-1- QUE SONT LES FONCTIONS PRINCIPALES DES VOIES URBAINES ?.....	95
5-2- LA CATEGORISATION DES VOIES DU RESEAU VIAIRE.....	96
5-2-1- Sections 70 km/h	97
5-2-2- Voies urbaines ordinaires 50 km/h	97
5-2-3- Voies en zone 30 km/h.....	98
5-2-4- Voies en zone de rencontre - 20 km/h.....	98
5-2-5- Aires piétonnes	99
5-3- HIERARCHISATION DU RESEAU.....	99
5-3-1- Formes de hiérarchisation du réseau	100
5-3-2- Éléments des différents types des voies urbaines.....	105
5-3-3- Perception et comportement des usagers des voies urbaines.....	109

5-3-4- les enjeux sur la hiérarchie urbaine	110
CHAPITRE 6.....	113
APPROCHE GÉOGRAPHIQUE DU RISQUE ROUTIER - SIG OUTIL D'ANALYSE ET D'AIDE À LA DÉCISION.....	113
6-1- DEFINITION DU RISQUE : QU'EST-CE QUE LE RISQUE ROUTIER ?.....	113
6-2- APPROCHE GEOGRAPHIQUE DU RISQUE ROUTIER	117
6-3- SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE, UN OUTIL D'ANALYSE DU RISQUE ROUTIER.....	118
6-3-1- Présentation de l'outil des SIG.....	118
6-3-2- Des fonctionnalités utiles à l'analyse du risque routier.....	121
TROISIÈME PARTIE : ÉTUDE DES LIENS ENTRE HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU ET RISQUE ROUTIER	131
CHAPITRE 7.....	133
MÉTHODES D'ANALYSE DU LIEN ENTRE LES VOIES HIÉRARCHISÉES ET LE RISQUE ROUTIER	133
7-1- BASE DE DONNEES PORTANT L'ANALYSE DU RISQUE	133
7-1-1- Bases de données d'accidents.....	133
7-1-2- Base de données géographiques.....	134
7-2- SELECTION DU RESEAU A ETUDIER.....	138
7-2-1- Méthode de sélection.....	138
7-2-2- Réseau sélectionné	138
7-3- METHODES UTILISEES POUR ANALYSER L'INFLUENCE DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU SUR LE RISQUE ROUTIER	142
7-3-1- Le risque routier des populations habitant sur des niveaux hiérarchiques différents.....	143
7-3-2- Analyse statistique des caractéristiques des impliqués et des accidents.....	150
7-3-3-Analyse factorielle	151
7-3-4- Méthodes de l'analyse spatiale.....	154
CONCLUSION DU CHAPITRE 7	155
CHAPITRE 8.....	157
LIENS ENTRE LES NIVEAUX HIÉRARCHIQUES ET LE NIVEAU DU RISQUE	157
8-1- DIFFERENCE DU RISQUE D'ÊTRE IMPLIQUE DANS LES ACCIDENTS POUR LES POPULATIONS HABITANT DES NIVEAUX HIERARCHIQUES DIFFERENTS	157
8-1-1- Risque d'être impliqué dans les accidents, rapporté à la population.....	158
8-1-2- Significativité statistique des risques relatifs et des risques relatifs ajustés (la procédure de Mantel-Haenszel)	161

8-2- CARACTERISTIQUES GENERALES DES IMPLIQUES ET DE LEURS ACCIDENTS	166
8-2-1- Typologie socio-économiques des voies sélectionnées.....	166
8-2-2- Caractéristiques générales des impliqués.....	169
8-2-2- Caractéristiques générales des accidents	172
8-3-3- Analyse des scénarios-types d'accidents.....	178
8-3- QUELLE EST L'INFLUENCE DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU SUR LA TYPOLOGIE DES VARIABLES DES IMPLIQUES DANS LES ACCIDENTS ?	183
8-3-1- Typologie des impliqués habitant des voies artérielles « niveau 2 ».....	184
8-3-2- Typologie des impliqués habitant des voies de distribution « niveau 3 ».....	186
8-3-3- Typologie des impliqués habitant des voies de desserte locale primaire « niveau 4 »	188
8-3-4- Typologie des impliqués habitant des voies de desserte locale « niveau 5 ».....	189
8-4- QUELLE EST L'INFLUENCE DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU SUR LES DISTRIBUTIONS GEOGRAPHIQUES DES ACCIDENTS ?	192
8-4-1- Structure spatiale générale de la dispersion des accidents – Ellipse de l'écart type (Standard Deviational Ellipse SDE).....	192
8-4-2- Analyse spatiale des accidents – Kernel Density	195
8-4-3- Analyse des distances lieu d'habitat/lieu d'accident.....	203
CONCLUSION GENERALE	211
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	221
ANNEXES	231
TABLE DES FIGURES.....	257
TABLE DES TABLEAUX.....	261

L'INTÉGRATION DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DANS L'ACTION LOCALE: INFLUENCE DE LA HIÉRARCHISATION DU RÉSEAU SUR LE RISQUE ROUTIER

La planification des déplacements urbains au travers de la prédominance des réseaux et des déplacements de l'automobile interroge l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier. Cette question a été peu traitée dans la littérature. Elle s'intègre dans une problématique plus vaste, qui vise à intégrer la sécurité routière dans l'action locale.

Le risque routier dépend des caractéristiques d'individus qui se déplacent avec différents modes sur des réseaux plus ou moins dangereux gérés par les pouvoirs publics. L'analyse du risque d'avoir un accident pour les populations habitant des niveaux hiérarchiques différents est au cœur de ce travail de thèse. Elle peut être abordée au travers des dimensions spatiales et socio-économiques que la hiérarchisation du réseau engendre. La différenciation spatiale et socio-économique des habitants des niveaux hiérarchiques différents peut induire une inégalité du niveau du risque routier encouru par ces habitants. La recherche menée dans le cadre de cette thèse porte sur la mise en œuvre d'une approche méthodologique, dont l'analyse épidémiologique, statistiques et spatiale constituent les principales composantes.

Les investigations sur l'influence de la hiérarchisation du réseau sur le risque routier ont permis de trouver le lien qui peut exister entre les dimensions spatiales et socio-économiques et le risque routier. Elles permettent aussi de cibler les populations ayant un fort risque afin de mobiliser la responsabilité morale des élus pour protéger leurs concitoyens. Cette mobilisation vise à sensibiliser les acteurs locaux au risque d'implication dans un accident de la circulation des habitants plus qu'à se focaliser sur l'accidentologie des voies qu'ils gèrent. D'autre part, elles permettent d'éclairer les décisions publiques sur la question de la hiérarchisation du réseau en associant le risque routier afin d'intégrer l'objectif de la sécurité routière plus *en amont* dans les processus de la décision des projets de l'aménagement urbain.

INTEGRATION OF ROAD SAFETY IN THE LOCAL ACTION: INFLUENCE OF NETWORK HIERARCHY ON ROAD RISK

Planning urban mobility dominated by networks and car travel brings up the question of the effects of network hierarchy on accident risk. This issue has not been addressed very much in the literature. It can be linked to a broader problem which aims to integrate road safety into local action.

Road risks depend on the characteristics of individuals who travel in different modes using networks (with more or less risk) that are managed by public authorities. Risk analysis of accident involvement for residents of different hierarchical levels is at the heart of this thesis. It can be approached through spatial and socioeconomic dimensions generated by network hierarchy. Spatial and socioeconomic differentiation of these residents can lead to risk inequalities. The studies carried out as part of this thesis suggest a methodological approach whose main components are epidemiological, statistics and spatial analysis.

Investigating the influence of network hierarchy on traffic accident risk made it possible to find the potential link between the spatial and socioeconomic dimensions and traffic risk. It also allowed to target populations that are at high risk in order to motivate elected officials to act in favour of the residents' safety while making them aware of the risk residents are exposed to rather than the accidents of roads they manage. On the other hand, it highlights the policies related to network hierarchy while considering accident risk in order to address the objective of road safety at the earliest possible stage of the decision making process in urban planning projects.

TRANSPORT

Mots clefs: aménagement urbain, planification des déplacements, organisation des réseaux, hiérarchisation des réseaux, gestion de la circulation, risque routier, analyse spatiale, SIG

Key words: urban planning, urban mobility planning, network organisation, network hierarchy, traffic management, road risks, spatial analysis, GIS